INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA | (ILACVN)

CIÊNCIAS DA NATUREZA – BIOLOGIA, FÍSICA E QUÍMICA

CONTRIBUIÇÕES DE UM PROJETO DE EXTENSÃO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA E CONSCIÊNCIA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO.

JOSÉ ANTONIO SALGADO GARIZADO

Foz do Iguaçu
2025

INSTITUTO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIAS DA VIDA E DA NATUREZA | (ILACVN)

CIÊNCIAS DA NATUREZA – BIOLOGIA, FÍSICA E QUÍMICA

CONTRIBUIÇÕES DE UM PROJETO DE EXTENSÃO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA E CONSCIÊNCIA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO.

JOSÉ ANTONIO SALGADO GARIZADO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza – Biologia, Física e Química.

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ RICARDO CEZAR SALGADO

Foz do Iguaçu
2025

JOSÉ ANTONIO SALGADO GARIZADO

CONTRIBUIÇÕES DE UM PROJETO DE EXTENSÃO NO ENSINO DE ELETROQUÍMICA E CONSCIÊNCIA AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Latino-Americano de Ciências da Vida e da Natureza da Universidade Federal da Integração Latino-Americana, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciado em Ciências da Natureza – Biologia, Física e Química.

BANCA EXAMINADORA

JOSÉ RICARDO CEZAR SALGADO
Orientador: Prof. Dr.
UNILA

KELLY DAIANE SOSSMEIER
Profa. Dra.
UNILA

WELINGTON FRANCISCO
Prof. Dr.
UNILA

Foz do Iguaçu, 08 de agosto de 2025.

Dedico este trabalho a todas as pessoas que estejam precisando de uma palavra de força, NUNCA DESISTAM, as dificuldades são temporárias, e os frutos sempre chegam.

AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho não seria possível sem o apoio e incentivo de muitas pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta trajetória.

Agradeço, primeiramente, a Deus, o dador da vida, à minha mãe, pelo apoio, seu amor incondicional e por sempre ter me apoiado sem restrições; te dedico este trabalho. Gratidão ao meu pai, à minha irmã por ter me apoiado incondicionalmente sempre que precisei.

Agradeço à senhora Sorangel, suas filhas e genro, por nunca ter me deixado desistir dos meus sonhos, do meu curso, e sobretudo pelas suas orações. Dedico este trabalho também a vocês!

Agradeço ao meu irmão, Martin, e aos meus primos pela sua contribuição financeira, que certamente fez toda diferença.

Obrigado ao *Sistema Nacional de Aprendizagen* (SENA), por ter me permitido começar minha vida acadêmica e ser uma ponte para eu ter ingressado à UNILA. Neste lugar conheci pessoas, que mudaram minha vida drasticamente, obrigado ao Dr. Eder Durango e Ana Milena Suarez principalmente; à Dr.ª Bibiana e família, Erika Herrera, Dr.ª Ana Barraza e família, Dr.ª Lítia, Denia, Dr.ª Luz Fedra, Yorsi Padilla, Gillean Ariza e cada uma das pessoas que me ajudaram durante meu tempo nesta instituição, sempre grato.

Obrigado ao senhor Sanjuan por ter nos encaminhado ao Brasil, obrigado ao Senhor Mariano Fernandes, à Família Bocchi Veiga, em especial ao senhor Júlio Veiga, grato pelo seu apoio incondicional, pelos seus conselhos quando mais precisei, fizeram toda a diferença! Grato pelo apoio da professora Maria Ceres, obrigado pelo apoio dos meus amigos, Valdemar Junior, a família Lima Campos, a família Cassiano Motta, grato pelas suas contribuições.

Aos professores da UNILA, em especial ao meu orientador, Jose Ricardo Cezar Salgado, tanto pelos 3 anos de orientação na Extensão Universitária, quanto pela iniciação científica, pela orientação atenciosa, sugestões valiosas e incentivo constante durante cada um dos meus trabalhos e em especial no desenvolvimento deste trabalho. Gratidão ao Leo pelas orientações.

Gratidão à Fundação Araucária pelo financiamento, durante o período de extensão. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, ao Mitacs, pela oportunidade de estágio, tempo no qual terminei de escrever este trabalho.

Obrigado aos meus amigos, Julio e Jorge, pelas correções pertinentes na primeira versão!

Obrigado à Professora Adriane Liecheski, por toda sua paciência e carinho, pelos seus aportes, sugestões e correções aos meus trabalhos, admiro você como docente pela sua dedicação e empenho na profissão, docente!

Gratidão ao pessoal externo que participou da extensão e ainda contribuiu com meu trabalho, Ronaldo da Silva, Maria Scarpari e Camila Feck, sempre grato pelos seus comentários!

Obrigado ao corpo técnico dos laboratórios da UNILA, ao Eleandro, Gilsemar e Paula, por sempre providenciarem oportunamente os equipamentos para a realização de alguns experimentos.

Meu reconhecimento também vai para os estudantes e professores da escola participante do projeto, que acolheram nossas atividades com entusiasmo e contribuíram com suas percepções para o desenvolvimento da proposta.

Aos amigos que caminharam ao meu lado nessa jornada universitária, agradeço pelas conversas, risadas, desabafos e por tornarem essa experiência mais leve e significativa.

E, por fim, agradeço a mim mesmo, por não desistir nos momentos difíceis e por seguir em frente com coragem, dedicação e RESILIÊNCIA.

Fortalecido pela Fé que me faz “Mais que vencedor” e pela certeza de que “Tudo posso Naquele que me fortalece”. Reconheço a luz que meus professores, amigos, familiares trouxeram ao meu caminho e a resiliência que me permitiu seguir adiante perante tantos obstáculos. Que este TCC seja um testemunho dessas transformações.

Autoria própria.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso teve como propósito analisar as contribuições do ensino de eletroquímica a partir da implementação de um projeto de extensão no Ensino Médio. A proposta surgiu da necessidade de aproximar a universidade da comunidade e de tornar o ensino de eletroquímica acessível e conectado à realidade dos estudantes, ao mesmo tempo em que promove a conscientização ambiental. O projeto de extensão "*Universidade e Sociedade – O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes – Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*" foi realizado com turmas do 2º ano do ensino medio de uma escola pública da região da Tríplice Fronteira, envolvendo cerca de 120 estudantes, professores da escola, mestrandos e bolsistas de extensão da UNILA. As atividades foram desenvolvidas entre 2023 e 2024, combinando momentos teóricos e práticos, como a construção de pilhas a partir de frutas e materiais do cotidiano, experimentos de eletrólise da água, discussões sobre descarte de pilhas e baterias e ações de sensibilização ambiental. A pesquisa utilizou abordagem qualitativa, com base em dois questionários aplicados em anos consecutivos com diferentes turmas, observações de campo, registros fotográficos e relatos de participantes. Os dados coletados permitiram avaliar tanto a dimensão conceitual, referente à compreensão da eletroquímica, quanto a dimensão socioambiental, relacionada ao comportamento dos estudantes frente ao descarte de resíduos eletrônicos. Os resultados indicaram que, antes da intervenção, a maioria dos estudantes desconhecia as formas adequadas de descarte de pilhas e baterias, optando pelo lixo comum. Após as atividades, observou-se uma mudança nos hábitos, com maior utilização de pontos de coleta e reconhecimento dos riscos ambientais e à saúde associados ao descarte incorreto. Relatos qualitativos de alunos e professores confirmaram o impacto positivo da abordagem prática, destacando que os experimentos despertaram curiosidade, facilitaram a compreensão de conceitos e estimularam a participação ativa. A análise evidencia que o projeto cumpriu os objetivos. Além disso, destacou-se a relevância da universidade pública como agente transformador, capaz de articular teoria e prática, ciência e sociedade, escola e comunidade. Conclui-se que o projeto de extensão analisado contribuiu de forma efetiva para a formação científica, crítica e cidadã dos estudantes, ao mesmo tempo em que fortaleceu o diálogo entre universidade e escola. Contudo, ainda foram identificadas lacunas no entendimento sobre lixo eletrônico e reciclagem, apontando para a necessidade de ações contínuas. Recomenda-se, portanto, a continuidade de iniciativas como estas em outras escolas da região, de modo a consolidar os avanços alcançados e a incentivar práticas de educação científica e ambiental integradas e socialmente comprometidas.

Palavras-chave: Eletroquímica; Educação Ambiental (EA); Extensão Universitária; Ensino Médio; Descarte de Pilhas e Baterias.

RESUMEN

El presente Trabajo de Conclusión de Curso tuvo como objetivo analizar las contribuciones de la enseñanza de la electroquímica a partir de la implementación de un proyecto de extensión en la Educación Secundaria. La propuesta surgió de la necesidad de acercar la universidad a la comunidad y de hacer que la enseñanza de la electroquímica fuera accesible y estuviera conectada con la realidad de los estudiantes, al tiempo que se promovía la concienciación medioambiental. El proyecto de extensión "*Universidade e Sociedade – O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes – Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*" se llevó a cabo con clases de segundo año de secundaria de una escuela pública de la región de la Triple Frontera, en el que participaron alrededor de 120 estudiantes, profesores de la escuela, estudiantes de maestría y becarios de extensión de la UNILA. Las actividades se desarrollaron entre 2023 y 2024, combinando momentos teóricos y prácticos, como la construcción de pilas a partir de frutas y materiales cotidianos, experimentos de electrólisis del agua, debates sobre el desecho de pilas y baterías y acciones de sensibilización ambiental. La investigación utilizó un enfoque cualitativo, basado en dos cuestionarios aplicados en años consecutivos con diferentes grupos, observaciones de campo, registros fotográficos e informes de los participantes. Los datos recopilados permitieron evaluar tanto la dimensión conceptual, relativa a la comprensión de la electroquímica, como la dimensión socioambiental, relacionada con el comportamiento de los estudiantes frente al desecho de residuos electrónicos. Los resultados indicaron que, antes de la intervención, la mayoría de los estudiantes desconocían las formas adecuadas de desechar pilas y baterías, optando por la basura común. Después de las actividades, se observó un cambio en los hábitos, con un mayor uso de los puntos de recolección y el reconocimiento de los riesgos ambientales y para la salud asociados con la eliminación incorrecta. Los relatos cualitativos de alumnos y profesores confirmaron el impacto positivo del enfoque práctico, destacando que los experimentos despertaron la curiosidad, facilitaron la comprensión de los conceptos y estimularon la participación activa. El análisis evidencia que el proyecto cumplió con los objetivos. Además, se destacó la importancia de la universidad pública como agente transformador, capaz de articular teoría y práctica, ciencia y sociedad, escuela y comunidad. Se concluye que el proyecto de extensión analizado contribuyó de manera efectiva a la formación científica, crítica y ciudadana de los estudiantes, al tiempo que fortaleció el diálogo entre la universidad y la escuela. Sin embargo, aún se identificaron lagunas en la comprensión sobre los residuos electrónicos y el reciclaje, lo que apunta a la necesidad de acciones continuas. Por lo tanto, se recomienda la continuidad de iniciativas como estas en otras escuelas de la región, a fin de consolidar los avances logrados e incentivar prácticas de educación científica y ambiental integradas y socialmente comprometidas.

Palabras clave: Electroquímica; Educación medioambiental; Extensión universitaria; Enseñanza secundaria; Descarte de pilas y baterías.

ABSTRACT

The purpose of this Final Paper was to analyze the contributions of electrochemistry teaching through the implementation of an extension project in secondary schools. The proposal arose from the need to bring the university closer to the community and to make the teaching of electrochemistry accessible and connected to the students' reality, while at the same time promoting environmental awareness. The extension project "*Universidade e Sociedade – O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes – Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*" was carried out with 2nd year high school classes at a public school in the Triple Frontier region, involving around 120 students, school teachers, master's students and UNILA extension scholarship holders. The activities were carried out between 2023 and 2024, combining theoretical and practical moments, such as the construction of batteries from fruit and everyday materials, water electrolysis experiments, discussions on the disposal of batteries and environmental awareness actions. The research used a qualitative approach, based on two questionnaires applied in consecutive years to different classes, field observations, photographic records and participant reports. The data collected made it possible to evaluate both the conceptual dimension, referring to the understanding of electrochemistry, and the socio-environmental dimension, related to the students' behavior regarding the disposal of electronic waste. The results showed that, before the intervention, most of the students were unaware of the appropriate ways to dispose of batteries, opting instead for ordinary garbage. After the activities, there was a change in habits, with greater use of collection points and recognition of the environmental and health risks associated with incorrect disposal. Qualitative reports from students and teachers confirmed the positive impact of the practical approach, highlighting that the experiments aroused curiosity, facilitated understanding of concepts and stimulated active participation. The analysis shows that the project met its objectives. It also highlighted the importance of the public university as a transforming agent, capable of linking theory and practice, science and society, school and community. The conclusion is that the extension project analyzed made an effective contribution to the students' scientific, critical and civic education, while at the same time strengthening the dialogue between university and school. However, gaps were still identified in the understanding of electronic waste and recycling, pointing to the need for continued action. It is therefore recommended that initiatives like these continue in other schools in the region, in order to consolidate the progress made and encourage integrated and socially committed scientific and environmental education practices.

Key words: Electrochemistry; Environmental Education (EE); University Extension; High School; Battery Disposal.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de uma célula eletroquímica.....25
Figura 2 - Estrutura de uma bateria íon - Li.....28
Figura 3 - Diagrama esquemático de uma célula eletrolítica usada no processo Dow para a obtenção de Magnésio.....28
Figura 4 - Gráfico da pergunta 1, questionário 2023: Como você costumava descartar pilhas e baterias usadas antes da introdução da nossa extensão na sua escola, já conhecia algum ponto de coleta?.....46
Figura 5 - Gráficos da pergunta 1, questionário 2024: Você sabe qual é a função das pilhas e bateria? Elas são consideradas um lixo eletrônico? Você sabe o que é um lixo eletrônico? 47
Figura 6 - Gráfico da pergunta 2, questionário 2023: Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas?.....48
Figura 7 - Gráfico da pergunta 2, questionário 2024: Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas?.....48
Figura 8 - Gráfico da pergunta 3, questionário 2023: Antes da extensão, você sabia da importância de descartar corretamente pilhas e baterias usadas?.....50
Figura 9 - Gráficos da pergunta 3, questionário 2024: Você tem conhecimento sobre os possíveis efeitos do Chumbo (Pb) presente em algumas baterias e pilhas no desenvolvimento infantil?.....51
Figura 10 – Gráfico da pergunta 9, questionário 2023: Você sabe agora quais substâncias perigosas podem estar presentes nas pilhas e baterias?.....51
Figura 11 - Pergunta 6, questionário 2023: Depois da introdução da EA sobre pilhas e baterias, como você passou a descartar esses materiais?.....52
Figura 12 - Pergunta 7, questionário 2024: Qual é a forma mais segura e adequada de descartar baterias e pilhas usadas?.....53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Eixos das Diretrizes da Extensão Universitária.....33
Quadro 2 - Definição sobre institucionalização.....35
Quadro 3 - Objetivos do projeto de extensão Universidade e sociedade.....36
Quadro 4. Fala da professora da escola.....57
Quadro 5. Fala da professora da escola.....58
Quadro 6. Fala de uma das mestrandas.....59
Quadro 7. Relato de uma das mestrandas.....59
Quadro 8. Relato de estudante.....60
Quadro 9. Relato de estudante.....60
Quadro 10. Relato de estudante.....60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....14

2 OBJETIVOS.....21
Objetivo geral.....21
Objetivos específicos.....21

3 REFERENCIAL TEÓRICO.....22
3.1 Desenvolvimento da eletroquímica até os dias de hoje.....22
3.2 Conceitos eletroquímicos.....24
3.3 Reações eletroquímicas.....26
3.4 Aplicações práticas da eletroquímica.....27
3.5 Ensino de eletroquímica.....29
3.5.1 Eletroquímica e a BNCC.....29
3.5.2 Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e o ensino de eletroquímica. 29
3.5.3 Ensino de eletroquímica no contexto do Ensino Médio.....30
3.5.4 Eletroquímica e sociedade – Projeto de extensão voltado ao ensino de eletroquímica 32
3.6 EA e saúde no ensino de ciências.....38
3.7 Protagonismo estudantil e metodologias participativas.....38
3.8 Extensão universitária como prática pedagógica transformadora.....39

4 METODOLOGIA.....41

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....46

6 CONCLUSÃO.....62

7 REFERÊNCIAS.....63
APÊNDICES.....73
APÊNDICE A: Questionário aplicado em 2023.....73
APÊNDICE B: Questionário aplicado em 2024.....74
APÊNDICE C: Exemplo de roteiro atividade prática.....75
APÊNDICE D: Imagens de portadas, apresentações, e documentos criados pelo bolsista. 80
APÊNDICE E: Registros fotográficos.....84
ANEXOS.....91
ANEXO A: Depoimentos da professora e das mestrandas.....91
ANEXO B: Relatos de estudantes.....92
ANEXO C: Respostas dos estudantes, formulário 2023 (final).....94
ANEXO D: Respostas dos estudantes, formulário 2024.....96

1 INTRODUÇÃO

Não sei quando surgiu meu interesse por química, de maneira geral lembrou-me sempre de ter gostado dessa área, por acaso, entrei no projeto de extensão, e fiquei por dois anos, no qual eu desenvolvi um gosto genuíno pela eletroquímica, acredito que de fato pode ser uma área complicada para muitas pessoas, inclusive para mim foi diferente, mas assim que estudava eu achava mais interessante e claro algo complexa, mas sempre tentando dar um jeito em passar as informações certas para os estudantes, eu entendia de fato o conteúdo, mas às vezes era meio complicado passar as informações teoricamente, o que de fato eu sinto que a parte dos experimentos facilita, pois, na prática se faz o que a teoria diz. Para mim era muito satisfatório ver os mesmos estudantes fazendo o experimento com as próprias mãos, e escutar de algum deles, ah por isso que na teoria diz aquilo!? Ou no meu caso quando por acaso eu descobri que o câncer em algumas pessoas fumantes causado pelo chumbo era o mesmo causado em pessoas que reciclavam baterias, ambos causado pelo chumbo. Logo o aprendizado foi algo que não se limitou aos estudantes, senão que eu também aprendi muito.

Eletroquímica é o estudo das reações de oxirredução e sua relação com a energia elétrica (Araujo *et al*., 2021). Sua importância na ciência e no cotidiano é evidenciada pela compreensão de características como a corrosão de metais e a conversão entre energia química e elétrica (Silva *et al*., 2019). No Brasil, a eletroquímica contribui significativamente para o desenvolvimento científico, econômico e social, abrangendo áreas como termodinâmica, cinética de reação, conversão de energia e métodos eletroanalíticos (Zanoni *et al*., 2017).No ensino, métodos alternativos, como experimentos e jogos didáticos, mostram ser práticos para facilitar a aprendizagem deste conteúdo considerado complexo (Silva *et al*., 2024). Essas abordagens lúdicas e práticas estimulam o interesse dos alunos, promovem uma aprendizagem mais significativa e contextualizada, além de melhorar a interação entre estudantes e professores (Silva *et al*., 2019; Silva *et al*., 2024).

Os conceitos básicos de eletroquímica, como reações de oxirredução e funcionamento de pilhas, são fundamentais para compreender o tema. As reações redox envolvem transferência de elétrons entre espécies químicas, com variação do número de oxidação (Andrade, 2019). A pilha de Daniell, desenvolvida no século XIX, é um modelo didático central no ensino de eletroquímica que ilustra conceitos como oxirredução e

fornecimento de corrente contínua (Costa; Porto, 2021). Estratégias de ensino, como mapas conceituais e oficinas temáticas, são utilizadas para facilitar a aprendizagem desses conceitos. Os mapas conceituais auxiliam os estudantes a explicitarem conceitos básicos de oxirredução e funcionamento de pilhas (Mossi; Vinholi, 2022), enquanto as oficinas temáticas utilizam recursos como experimentos e rodas de conversa, contextualizam o aprendizado e articulam conceitos teóricos com vivências cotidianas (Vitorino; Garcez; Chacon, 2023).

Pilhas e baterias são componentes essenciais no cotidiano devido à crescente demanda por dispositivos eletrônicos portáteis (Espinosa; Tenorio, 2019; Janke et al., 2020). Esses dispositivos podem conter elementos tóxicos como cádmio (Cd), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb), tornando o seu descarte um problema ambiental (Espinosa; Tenorio, 2019). Apesar da existência de legislação no Brasil para regular o descarte, muitas pessoas ainda desconhecem as formas corretas de descarte (Janke *et al*., 2020; Silveira; Vieira; Clementino, 2024). Estudos evidenciam que a maioria dos usuários tem pouco conhecimento sobre a composição química e os riscos à saúde e ao meio ambiente associados ao descarte inadequado (Damasceno *et al*., 2018; Janke *et al*., 2020). A falta de pontos de coleta próximos às residências contribui para o descarte incorreto no lixo doméstico (Silveira; Vieira; Clementino, 2024). É crucial implementar ações de EA para orientar a população sobre o descarte adequado desses materiais (Damasceno *et al*., 2018; Silveira; Vieira; Clementino, 2024).

Pilhas e baterias quando descartados incorretamente, podem contaminar o solo, lençóis freáticos, fauna e flora (Ieis, 2011; Kemerich *et al*., 2013a). Os impactos na saúde humana incluem lesões cerebrais, disfunções renais e pulmonares (Kemerich *et al*., 2013b). Apesar dos riscos, estudos evidenciam que a maioria das pessoas ainda descarta pilhas e baterias no lixo comum, devido à falta de informação e pontos de coleta adequados (Costa *et al*., 2023; Kemerich *et al*., 2013b). A EA nas escolas e a implementação de legislações específicas são cruciais para abordar esse problema (Costa *et al*., 2023; Ieis, 2011). Uma gestão eficiente desses resíduos pode trazer benefícios ambientais, econômicos e sociais (Ieis, 2011).

Pesquisas indicam que estudantes do Ensino Médio frequentemente não têm conhecimento sobre o descarte adequado de pilhas e baterias, com 75,3% descartando-as no lixo comum (Costa *et al*., 2023). Isso destaca a importância da EA sobre

o tema. Incorporar o descarte de pilhas e baterias como um tema gerador na educação em química pode estimular o aprendizado e promover o diálogo sobre os impactos ambientais (Gomes; Ferreira, 2023). Outras pesquisas evidenciam que os estudantes estão cientes do problema, mas frequentemente não têm acesso a pontos de descarte adequados, com 91% relatos de que não há locais de coleta perto das suas casas (Costa *et al*., 2023; Silveira; Vieira; Clementino, 2024). A implementação de oficinas e palestras educativas nas escolas pode aumentar a conscientização sobre os métodos corretos de descarte e as consequências ambientais do descarte inadequado. No entanto, para além da conscientização, é necessário que essas ações sejam acompanhadas de medidas práticas que incentivem a mudança de comportamento. Isso inclui a disponibilização de infraestrutura adequada para o descarte, a criação de projetos pedagógicos relacionados as pilhas e baterias, o envolvimento da comunidade escolar e a parceria com instituições externas, como universidades, por exemplo. Essas iniciativas são cruciais para desenvolver a consciência ambiental entre os estudantes e a comunidade em geral, especialmente em áreas rurais onde a gestão de resíduos eletrônicos pode ser menos desenvolvida (Cruz; Silva; Rodrigues, 2020).

A EA desempenha um papel crucial na formação de cidadãos ecologicamente responsáveis, promovendo a conscientização e mudança de comportamento, especialmente entre os jovens (Mavara, 2025; Pacheco *et al*., 2024). Por meio de abordagens interdisciplinares e contextualizadas, a EA contribui para o desenvolvimento de valores, atitudes e competências socioambientais (Almeida et al., 2024; Pacheco *et al*., 2024). Estudos demonstram que a inclusão da EA no currículo escolar, desde o ensino fundamental até a educação de jovens e adultos, é fundamental para que os alunos compreendam e transformem a sua realidade ambiental e social (Almeida *et al*., 2024; Silva, 2022). Iniciativas educativas, campanhas de sensibilização e projetos comunitários mostram-se eficazes na promoção do envolvimento ativo dos jovens em ações de preservação ambiental (Mavara, 2025). Apesar dos desafios, a Educação Ambiental é considerada por Pacheco *et al*. (2024) e Almeida *et al*. (2024) como uma ferramenta essencial para a construção de uma sociedade mais consciente e sustentável.

Damasceno *et al*. (2018) e Gaia *et al*. (2024) indicam lacunas significativas de conhecimento e práticas inadequadas entre os alunos em relação ao descarte de lixo eletrônico, baterias, lâmpadas fluorescentes e filmes radiográficos. Muitos estudantes não têm consciência dos métodos adequados de descarte e dos impactos ambientais,

frequentemente misturando esses resíduos ao lixo doméstico. Embora alguns demonstrem conhecimento sobre o descarte correto, Gaia *et al*. (2024) observam que, em geral, há pouca sensibilidade ambiental, o que leva a práticas impróprias.

É essencial destacar que pilhas e baterias podem conter metais pesados como chumbo, níquel, cádmio e mercúrio — substâncias tóxicas, capazes de causar sérios impactos ambientais e à saúde humana quando descartadas de forma inadequada (Barroco *et al*., 2018; Marques; Baker, 2013). O descarte incorreto desses resíduos representa um risco ambiental, pois pode contaminar o solo, a água e o ar, comprometendo ecossistemas inteiros e provocando bioacumulação na cadeia alimentar (Kemerich *et al*., 2013a; Lima *et al*., 2015). A legislação brasileira, como a Resolução CONAMA 401 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), limita as concentrações de metais pesados em baterias, enquanto a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece a logística reversa para pilhas e baterias (Lima *et al*., 2015). A implementação eficaz da logística reversa, juntamente com a conscientização ambiental da população, é crucial para reduzir a poluição causada pelo descarte incorreto (Lima *et al*., 2015; Marques; Baker, 2013). Os fabricantes têm responsabilidade na disponibilização de locais apropriados para coleta e destinação final adequada desses produtos (Marques; Baker, 2013).

Diante da importância do manejo adequado desses resíduos e das responsabilidades legais envolvidas, a educação formal assume um papel fundamental ao promover competências e habilidades que possibilitem aos estudantes compreenderem e intervirem criticamente nessa realidade.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio busca desenvolver competências e habilidades interdisciplinares na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, que inclui a eletroquímica. A BNCC enfatiza a contextualização, a interdisciplinaridade e a capacidade de intervir na realidade social (Castro *et al*., 2020). As habilidades são organizadas por competências e unidades temáticas, visando desenvolver reflexão, abstração e pensamento criativo (Costa; Ericeira; Nunes, 2021). A abordagem interdisciplinar é evidente nas interações entre Biologia, Física e Química, embora a sua implementação prática dependa da intencionalidade dos educadores (Silva; Ferreira; Lacerda, 2025). Estudos indicam que atividades experimentais e jogos podem promover o desenvolvimento de competências da BNCC, como a valorização do conhecimento científico e o uso de diferentes linguagens (Lopes; Teixeira, 2020). A BNCC também destaca

a importância da matemática aplicada e das tecnologias no currículo (Castro *et al*., 2020).

A BNCC propõe a abordagem de temas socioambientais de forma transversal e interdisciplinar, conectando-os a diversas áreas do conhecimento (Balduino *et al*., 2024). Embora a BNCC proponha a transversalidade e interdisciplinaridade dos temas socioambientais, são os professores que, por meio de suas práticas, efetivamente abordam esses conteúdos. Contudo, a efetiva integração desses temas depende da capacitação dos docentes e do engajamento das comunidades escolares (Balduino *et al*., 2024). A BNCC enfatiza abordagens ecológicas e instrumentalizadas, destacando conteúdos relacionados à energia elétrica na disciplina de Física (Souza; Leite, 2025). Embora mencione saúde e meio ambiente, a BNCC apresenta limitações na articulação clara desses temas, indicando lacunas na interdisciplinaridade (Araújo; Souza; Navoni, 2024). A inclusão da EA na BNCC é crucial para cultivar a consciência socioambiental nos estudantes, preparando-os para os desafios contemporâneos e promovendo a formação de cidadãos engajados na construção de um futuro sustentável (Campos, 2024).

A BNCC para o Ensino Médio provoca uma discussão sobre a estruturação do ensino de Química, incluindo a eletroquímica. A BNCC apresenta uma redução na carga horária e conteúdos essenciais de Química (Rabelo *et al*., 2024), o que pode impactar o ensino de eletroquímica. Para abordar esse desafio, estratégias como o ensino por investigação e aprendizagem cooperativa são propostas para melhorar a aprendizagem de eletroquímica no Ensino Médio (Lima; Silva; Alencar, 2023). A BNCC e a Reforma do Ensino Médio estabelecem mudanças significativas na organização curricular e na formação de professores (Branco; Zanatta, 2021). Embora a BNCC apresente conteúdos curriculares mínimos, deixa certa liberdade para os professores fazer aproximações entre seus pressupostos e a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) no ensino de Ciências (Oliveira; Chaves, 2021).

Programas de extensão universitária têm um papel importante para aproximar universidades e escolas, sobretudo no ensino de química, mas devem ser compreendidos como uma entre várias estratégias necessárias para fortalecer a relação entre teoria e prática no ensino. Esses programas permitem que alunos de graduação desenvolvam materiais didáticos e realizem atividades práticas nas escolas, aprimorando a sua formação inicial e promovendo a integração universidade-escola (Furlan; Santos; Da Silva, 2024; Souza *et al*., 2025). As atividades de extensão contribuem positivamente para a

sociedade ao fornecer conhecimento científico e prática contextualizada, melhorando a participação e a compreensão dos alunos sobre conceitos de química (Souza *et al*., 2025). Elas também beneficiam os alunos universitários ao aprofundar os seus conhecimentos e conectá-los à comunidade (Gomes; Batista; Fusinato, 2022).

A curricularização da extensão no ensino superior contribui significativamente para a formação de professores e alunos. Ela promove a integração entre teoria e prática, ampliando a visão dos alunos sobre o conhecimento e as suas múltiplas dimensões, diminuindo assim a lacuna entre a universidade e a comunidade (Marques; Santos, 2021). Essa abordagem aprimora a educação profissional e cívica ao integrar atividades de ensino, pesquisa e extensão (Fernandes *et al*., 2023). No ensino de química, ela permite o desenvolvimento de atividades experimentais investigativas nas escolas, promovendo a alfabetização científica entre os alunos (Mozer *et al*., 2024). A implementação da curricularização da extensão enfrenta desafios, mas oferece potencial para aplicação multidisciplinar e universal em vários cursos e modalidades de ensino (Campos *et al*., 2023). No geral, essa abordagem proporciona experiências valiosas tanto para estudantes universitários quanto para a comunidade em geral, promovendo a cidadania e incentivando o acesso ao ensino superior (Fernandes *et al*., 2023; Marques; Santos, 2021).

Estudos recentes demonstram a eficácia de iniciativas educacionais na melhoria do conhecimento sobre eletroquímica e descarte adequado de pilhas e baterias. Oliveira *et al*. (2020) destacam que o uso de histórias em quadrinhos, combinado com dramatizações melhoraram a compreensão dos estudantes tanto sobre a definição correta de pilhas e baterias quanto sobre os procedimentos adequados para seu descarte. Costa *et al*. (2023) revelaram uma falta de conscientização entre alunos do Ensino Médio sobre o descarte adequado de pilhas e baterias, enfatizando a necessidade de projetos de EA. Soto, Bertoti e Cirino (2024) implementaram uma sequência didática sobre eletroquímica usando uma abordagem de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), que integrou conceitos químicos com aspectos sociais e tecnológicos. Fortunato e Castro (2021) utilizaram a metodologia de Questões Sociocientíficas (SSI) para desenvolver o pensamento crítico e habilidades de tomada de decisão em alunos do Ensino Médio, com foco em eletroquímica e vinculando o conhecimento científico à vida cotidiana. Esses estudos destacam a importância de contextualizar conceitos científicos e envolver os alunos em atividades práticas para promover a conscientização ambiental e práticas adequadas de

descarte de pilhas e baterias.

Assim, o presente trabalho foi desenvolvido a partir das ações realizadas no projeto de extensão “Universidade e Sociedade – O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes – eletroquímica ao alcance de toda a sociedade”, servindo como base para este trabalho de conclusão de curso. Esse projeto foi realizado com turmas do 2º ano do Ensino Médio em uma escola pública da Tríplice Fronteira. O objetivo principal foi aproximar a universidade da comunidade escolar por meio de atividades interativas envolvendo a eletroquímica e as suas aplicações no quotidiano. O público-alvo foi composto por cerca de 120 estudantes, acompanhados por uma professora da escola, mestrandos voluntários e bolsistas de extensão da universidade. Já este trabalho de conclusão de curso tem como objetivo principal analisar as contribuições do ensino de eletroquímica, a partir da implementação desse projeto de extensão, no contexto do Ensino Médio

Entre as principais ações desenvolvidas, destaca-se a realização de experimentos com pilhas construídas com frutas, refrigerantes, materiais metálicos e o estudo de processos eletroquímicos como a eletrólise da água e o funcionamento de eletroímãs. A proposta metodológica baseou-se na integração entre ensino e extensão, articulando conceitos teóricos com práticas experimentais, em consonância com os princípios da EA. Essa abordagem buscou tornar o ensino da eletroquímica mais acessível, relevante e contextualizado para os alunos, especialmente ao discutir temas como o descarte correto de pilhas e baterias e os seus impactos socioambientais.

Para melhor estruturação, este trabalho está organizado em sete seções. Após esta introdução, apresentam-se os objetivos, a metodologia, descrevendo o delineamento da pesquisa, o público envolvido, os instrumentos de coleta e as atividades realizadas. Em seguida, são expostos os resultados de ambos os questionários aplicados separadamente, explanando alguns comentários e situações de pessoas envolvidas no projeto de extensão, seguidos de uma discussão detalhada à luz do referencial teórico e dos dados coletados em 2023 e 2024. Na sequência, apresentam-se a conclusão, e as referências bibliográficas. No final podem ser encontrados os APÊNDICES, com algumas fotografias durante a extensão, as perguntas completas dos questionários, os gráficos, etc. Os relatos qualitativos dos participantes (estudantes, professores e mestrandos), que ampliam a compreensão dos impactos do projeto podem ser encontrados nos Anexo A: depoimentos da professora e das mestrandas.s.

2 OBJETIVOS

Objetivo geral

Analisar as contribuições do ensino de eletroquímica, por meio da implementação do projeto de extensão "*Universidade e sociedade - o que a universidade pública pode oferecer aos estudantes - eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*", no ensino médio.

Objetivos específicos

- Avaliar a importância da Extensão Universitária como estratégia para promover a inclusão e o interesse dos estudantes em ciência e tecnologia.
- Analisar os impactos da conscientização ambiental sobre o descarte correto de pilhas e baterias, com abordagem nos aspectos sociais e ambientais.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Desenvolvimento da eletroquímica até os dias de hoje

A eletroquímica é o ramo da ciência que estuda a relação entre processos químicos e fenômenos elétricos. Inicialmente definida como a aplicação da eletricidade à química, hoje é compreendida como o estudo das reações químicas que envolvem a geração ou o consumo de corrente elétrica (Hibbert, 1993; Muñoz; Martínez, 2018). Essas reações envolvem separação e transferência de cargas, podendo ocorrer em solução ou na superfície de eletrodos (Brett, 2008). De forma geral, refere-se ao estudo dos processos químicos responsáveis pelo movimento de elétrons na eletricidade, envolvendo reações de oxidação e redução simultâneas, com aplicações em pilhas, baterias, eletrólise e células a combustível (Markovic, 2018). A história da eletroquímica está repleta de descobertas significativas desde o século XVI (Surat, 2019).

De acordo com Carmona *et al*. (2020), uma linha do tempo do desenvolvimento da eletroquímica pode ser baseada por intermédio das contribuições de diversos cientistas. Luigi Galvani (1780) iniciou tudo com os seus experimentos em rãs dissecadas, observando contrações musculares ao conectar diferentes metais ao sistema nervoso, propondo a “eletricidade animal”. Alessandro Volta (1799) contestou essa teoria e criou a primeira pilha voltaica com discos de metais diferentes separados por material embebido em solução ácida, estabelecendo os fundamentos das baterias modernas.

Ainda segundo Carmona *et al*. (2020), o século XIX começou com descobertas importantes: William Nicholson (1800) realizou a primeira eletrólise da água usando a pilha de Volta, separando hidrogênio e oxigênio. Johann Ritter (1800) repetiu e aperfeiçoou esses experimentos, criando em 1802 uma pilha seca mais duradoura e descobrindo os raios ultravioletas. William Wollaston (1806) aprimorou a pilha voltaica e desenvolveu o primeiro espectrômetro, além de criar o primeiro motor elétrico.

Conforme relatam Carmona *et al*. (2020), a consolidação teórica veio com Jacob Berzelius (1810), que desenvolveu a teoria eletroquímica do dualismo, e Humphry Davy (1815), que provou que a eletricidade era gerada por reações químicas e descobriu vários elementos através da eletrólise (sódio, potássio, estrôncio, bário, boro, cálcio, magnésio). Michael Faraday (1833) revolucionou a área formulando as leis da eletroquímica, criando a terminologia ainda usada hoje (íon, cátion, ânion, eletrólito,

eletrodo) e descobrindo a indução eletromagnética.

O mesmo autor destaca que John Daniell (1836) desenvolveu a primeira pilha durável usando dois eletrólitos separados. Robert Bunsen (1859) criou a bateria de carbono-zinco e obteve magnésio metálico. Josiah Clark (1873) desenvolveu a primeira célula padrão comercialmente bem-sucedida para produzir tensão altamente estável.

Na segunda metade do século, Carmona *et al*. (2020) citam os trabalhos teóricos fundamentais: Josiah Gibbs (1875) o qual estabeleceu a teoria para prever reações espontâneas baseada na energia livre e potencial. Svante Arrhenius (1887) criou a teoria da dissociação eletrolítica, explicando como eletrólitos se dissociam em íons, recebendo o Nobel em 1903. Walther Nernst (1889) estabeleceu a relação entre potencial e concentração nas células galvânicas e desenvolveu a terceira lei da termodinâmica, ganhando o Nobel em 1920.

Segundo Carmona et al. (2020), o século XX começou com Peter Debye (1884), que junto com Hückel aperfeiçoou a teoria de Arrhenius sobre condutividade elétrica, ao propor que íons em solução interagem por forças eletrostáticas, formando uma “atmosfera iônica” ao redor de cada íon (Debye; Hückel, 1923), e Julius Tafel (1905), que sistematizou a relação logarítmica entre potencial e densidade de corrente, criando a famosa equação de Tafel para cinética eletroquímica.

Do início do século XX até os dias atuais, a eletroquímica se expandiu exponencialmente, aplicando-se em quase todos os setores industriais como a produção de cloro-álcali, alumínio e síntese de compostos orgânicos como p-aminofenol, adiponitrila e etileno glicol (Sequeira; Santos, 2009), e tornando-se fundamental para a nossa “Era da Informação”. Hoje, os processos eletroquímicos são essenciais para dispositivos portáteis, armazenamento de energia, produção industrial e tecnologias sustentáveis, consolidando a eletroquímica como uma das bases tecnológicas da sociedade moderna.

Após esses anos, os processos eletroquímicos melhoraram em qualidade e quantidade de produção. Após essas primeiras décadas, a eletroquímica pode ser considerada “moderna”. A título de referencial para falar de avanços na área da eletroquímica, tem-se o livro de (Bockris; Reddy, 2000) intitulado *Eletroquímica Moderna*, *Volume 2* (Tradução própria). A transição para a eletroquímica moderna pode ser associada ao desenvolvimento de novos materiais e técnicas analíticas que permitiram avanços

relevantes nas áreas de armazenamento de energia e reações de superfície.

Para (Bockris; Reddy, 2000), um marco importante no campo da eletroquímica foi o desenvolvimento das baterias de íons de lítio. Embora o conceito de baterias remonte ao início do século XIX, com a pilha voltaica de Alessandro Volta, avanços relevantes ocorreram apenas nas décadas de 1970 e 1980. Na década de 1970, Stanley Whittingham desenvolveu os primeiros protótipos de baterias recarregáveis de íon-lítio, utilizando dissulfeto de titânio como material de cátodo (Monroe, 2020). Já em 1980, segundo (Sarma; Shukla, 2018), John B. Goodenough, em colaboração com Mizushima e colegas, introduziu o óxido de cobalto de lítio ($LiCoO_2$) como novo cátodo, aumentando a voltagem da bateria para cerca de 4 V e permitindo a sua viabilidade para aplicações práticas. O avanço das baterias de lítio representa um exemplo claro de como a eletroquímica moderna transformou a capacidade de armazenar e utilizar energia eficientemente.

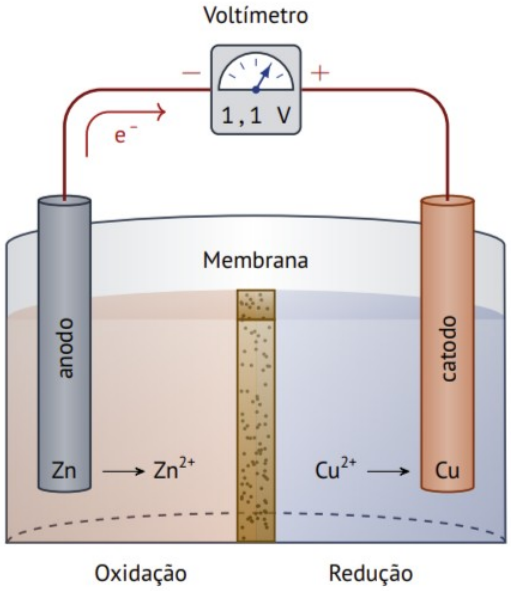
Outro exemplo de eletroquímica moderna são as células a combustível, as quais convertem energia química diretamente em eletricidade por meio de reações redox, e têm sido foco de pesquisa em eletroquímica desde o século XIX (Perry; Fuller, 2002). O desenvolvimento das células de combustível acelerou no século XX, especialmente após a década de 1950, à medida que foram reconhecidas como potenciais fontes alternativas de energia (Vijh, 1980).

3.2 Conceitos eletroquímicos

Em uma célula eletroquímica, uma reação ocorre em duas regiões separadas. A oxidação acontece em um dos eletrodos (o anodo), e os elétrons liberados passam por um circuito externo até o outro eletrodo, o catodo, onde eles provocam a redução. O circuito se completa com íons que transportam a carga elétrica através da solução. As duas soluções entram em contato por meio de uma barreira porosa que permite a passagem dos íons e completa o circuito elétrico (Braun, 2024).

A Figura 1 ilustra a estrutura básica de uma célula eletroquímica, evidenciando os fluxos de elétrons e íons. Nesse esquema, a corrente elétrica circula pelo circuito externo realizando trabalho útil, enquanto reações químicas ocorrem nos eletrodos.

Figura 1 - Esquema de uma célula eletroquímica



Fonte: Braun (2024)

Segundo (Oldham; Myland; Bond, 2011), a eletroquímica é essencial para compreender como a energia elétrica pode ser gerada a partir de reações químicas ou utilizada para promovê-las, sendo uma área com aplicações amplas, desde o armazenamento de energia e a produção de materiais até o tratamento ambiental e a análise química. Assim, esse campo de estudo se destaca não apenas por sua base teórica, mas também por sua relevância tecnológica e industrial. As células eletroquímicas consistem em dois eletrodos conectados por um circuito externo e imersos em uma solução eletrolítica, permitindo a conversão de energia química em energia elétrica e vice-versa (Westbroek, 2005). Essas células são categorizadas em células galvânicas, que geram eletricidade a partir de reações químicas espontâneas, e células eletrolíticas, que usam eletricidade para conduzir reações não espontâneas (Lavacchi; Miller; Vizza, 2013). As células galvânicas incluem baterias e células de combustível, enquanto as células eletrolíticas são usadas em processos como galvanoplastia e eletrólise (Westbroek, 2005). A eletroquímica está presente em nosso cotidiano, desde dispositivos eletrônicos até baterias automotivas e células de combustível, que se destacam como uma alternativa sustentável para geração de energia. Além das aplicações industriais, a eletroquímica desempenha um papel essencial em pesquisas médicas e biomédicas, contribuindo para o entendimento de impulsos nervosos e processos celulares. O estudo de reações eletroquímicas em organismos vivos tem permitido avanços na bioquímica e na neurociência, sendo um exemplo notável a enguia-elétrica, capaz de converter energia

química em elétrica para defesa (Díaz; Sihvenger, 2006).

3.3 Reações eletroquímicas

De acordo com (Bockris; Reddy, 2002), as reações eletroquímicas são divididas em iônicas e eletródicas. A iônica estuda a química de soluções iônicas, focando nas interações entre íons, solventes e seu transporte. Já a eletródica aborda as reações nas interfaces carregadas, como as entre metais e soluções, analisando a transferência de carga e a cinética dos elétrons.

Dentro dessa classificação feita por Bockris e Reddy (2002), há um campo de estudos que se destaca, sendo as reações de oxirredução.

Uma reação de oxidação–redução ou reação redox é uma reação que envolve a transferência de elétrons entre espécies químicas (os átomos, íons ou moléculas envolvidas na reação). As reações redox fazem parte do nosso cotidiano: a queima de combustíveis, a corrosão de metais e até mesmo os processos de fotossíntese e respiração celular envolvem oxidação e redução. Durante uma reação redox, algumas espécies sofrem oxidação, ou seja, a perda de elétrons, enquanto outras sofrem redução, ou seja, o ganho de elétron (Khan Academy, 2024).

As reações redox envolvem a transferência de elétrons entre espécies químicas, resultando em mudanças nos seus números de oxidação (Kim, 2021). Essas reações são fundamentais para vários processos da vida, incluindo respiração e fotossíntese. Entender as reações redox é crucial para o desenvolvimento de materiais e biossensores responsivos à redox, que podem detectar espécies reativas de oxigênio em sistemas vivos (Zhao; Zhao, 2018).

As reações redox são fundamentais para uma ampla variedade de processos e tecnologias eletroquímicas, desempenhando um papel central no armazenamento de energia, na produção de combustíveis e na síntese química. No contexto da eletroquímica e das baterias, reações redox orientadas por defeitos e transformações estruturais em interfaces de óxidos são determinantes para o desempenho e a degradação dos dispositivos (Wan *et al*., 2021). Além disso, a química redox viabiliza o funcionamento de interfaces em bio-dispositivos, permitindo a transferência bidirecional de informações entre sistemas biológicos e dispositivos eletrônicos (VanArsdale *et al*., 2020).

3.4 Aplicações práticas da eletroquímica

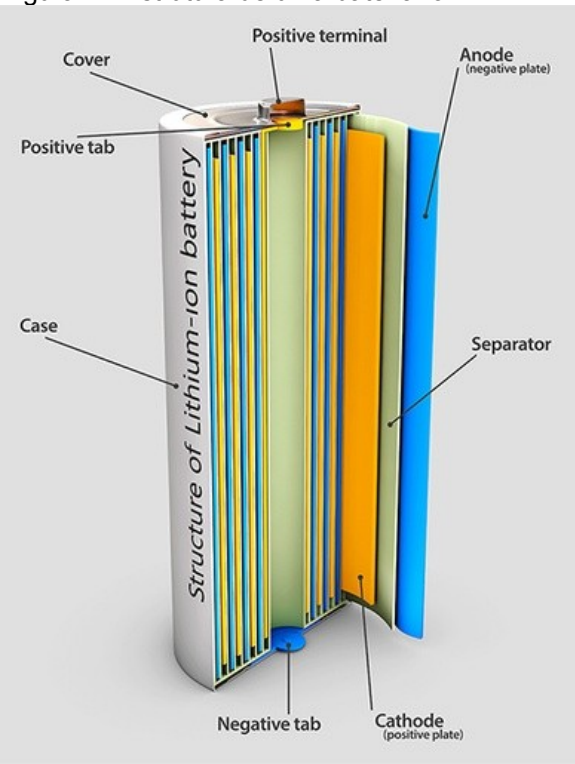
Alguns dos métodos e tecnologias mais relevantes do uso dessas reações redox são: processos de corrosão, eletrólise, baterias, células de combustível, galvanoplastia e acumuladores. Baterias e células eletroquímicas usadas na vida cotidiana também são baseadas em reações redox, como dito anteriormente. Um exemplo são as células de armazenamento usadas para suprir necessidades elétricas em veículos (Maloney, 2021).

Alguns dos processos usados durante o projeto de extensão foram células eletroquímicas, baterias e eletrólise da água. A título de definição, temos que, as células eletroquímicas consistem em dois eletrodos, um ânodo onde ocorre a oxidação e um cátodo onde ocorre a redução, conectados por um eletrólito e separador (Kumar; Sarakonsri, 2010). Essas células envolvem separação e transferência de carga, com oxidação e redução ocorrendo simultaneamente para manter a eletroneutralidade (Brett, 2008). O potencial da célula é medido em relação ao eletrodo de hidrogênio padrão (SHE), definido como zero volts sob condições padrão, servindo como referência universal para medições eletroquímicas (Bard; Faulkner, 2001). A espontaneidade das reações eletroquímicas está relacionada à mudança de energia livre de Gibbs, com um valor negativo indicando uma reação espontânea que pode produzir energia elétrica, como em baterias (Brett, 2008; Walia, 2023). Por outro lado, uma mudança positiva de energia livre requer entrada de energia externa, como na eletrólise (Brett, 2008).

$E_{cela=E_{cátodo-E_{ânodo}}}$ Reação espontânea: $E_{célula>0}$ (1)

Bateria: uma bateria é uma coleção de células galvânicas unidas em série para que o potencial produzido (sua capacidade de forçar uma corrente elétrica por meio de um circuito) seja a soma dos potenciais de cada célula (Figura 2)

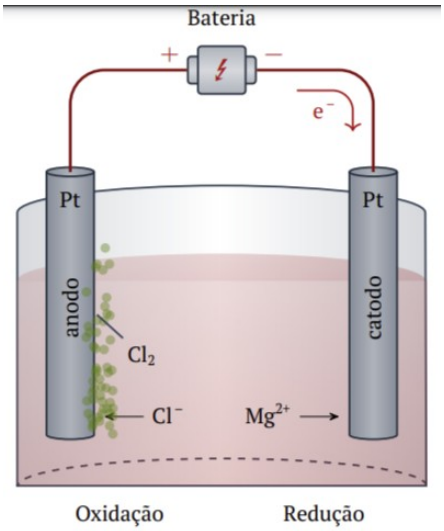
Figura 2 - Estrutura de uma bateria íon - Li



Fonte: Josan (2019)

Eletrólise: A célula eletrolítica é uma célula eletroquímica na qual ocorre a eletrólise (Figura 3). O arranjo dos componentes das células eletrolíticas difere do arranjo da célula galvânica. Em geral, os dois eletrodos ficam no mesmo compartimento, só existe um tipo de eletrólito e as concentrações e pressões estão longe das condições padrão. Como em toda célula eletroquímica, os íons presentes transportam a corrente pelo eletrólito.

Figura 3 - Diagrama esquemático de uma célula eletrolítica usada no processo Dow para a obtenção de Magnésio



Fonte: Braun (2024)

3.5 Ensino de eletroquímica

3.5.1 Eletroquímica e a BNCC

A BNCC estabelece as competências gerais e específicas para o ensino das Ciências da Natureza, que incluem Química, Física e Biologia. Embora a eletroquímica não seja mencionada explicitamente, a BNCC enfatiza a importância de desenvolver nos estudantes habilidades de análise crítica, uso de tecnologias e compreensão de fenômenos naturais, temas que podem ser explorados através da eletroquímica (BRASIL, 2018).

Sobre as competências gerais, resumidamente, a BNCC visa capacitar os estudantes a utilizarem conhecimentos científicos para resolver problemas e promover a sustentabilidade. O ensino da eletroquímica, com foco em tecnologias como baterias de íons de lítio e pilhas de combustível, pode ajudar a desenvolver essas competências, visto que estas tecnologias estão diretamente relacionadas ao uso eficiente e sustentável de energia (BRASIL, 2018).

Sobre as competências específicas para o ensino das Ciências da Natureza, a BNCC propõe que os alunos desenvolvam a capacidade de compreender processos químicos, como as reações de oxirredução, fundamentais para entender a eletroquímica. A conversão de energia, presente em processos como as baterias e células a combustível, foi abordada de forma interdisciplinar, articulando conceitos de química (reações eletroquímicas), física (princípios de eletricidade) e ciências ambientais e da saúde (impactos do descarte inadequado e toxicidade de metais pesados), promovendo também a conexão entre teoria e prática (BRASIL, 2018).

3.5.2 Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e o ensino de eletroquímica.

A LDB (Lei nº 9.394/1996) estabelece que o currículo escolar deve promover o desenvolvimento de capacidades científicas e tecnológicas nos estudantes. Embora a LDB também não mencione diretamente a eletroquímica, ela favorece a interdisciplinaridade e a flexibilidade curricular, permitindo a integração de tópicos como a eletroquímica no contexto de tecnologias emergentes e problemas ambientais (BRASIL, 1996). A LDB valoriza a integração de diferentes áreas do conhecimento, facilitando a abordagem da eletroquímica em projetos interdisciplinares, como o estudo das fontes de energia renováveis e tecnologias sustentáveis. Isso pode ser feito por meio de experimentos práticos, debates e pesquisas, conectando a teoria química com a aplicação

no cotidiano, como nas baterias de íons de lítio e células solares (BRASIL, 1996).

Embora a BNCC e a LDB não abordem a eletroquímica de forma explícita, elas fornecem um marco geral que permite a inserção desse conteúdo no currículo escolar. O ensino da eletroquímica pode ser integrado ao desenvolvimento de competências científicas e tecnológicas, utilizando metodologias ativas que envolvem os estudantes em atividades práticas e interdisciplinares. Ao fazer isso, é possível despertar o interesse dos estudantes por temas atuais, como as energias renováveis, e prepará-los para os desafios de um mundo cada vez mais voltado à sustentabilidade e inovação tecnológica.

3.5.3 Ensino de eletroquímica no contexto do Ensino Médio

O ensino de Química enfrenta desafios relacionados à dificuldade dos estudantes em compreender conteúdos abstratos e a linguagem específica da disciplina, que envolve símbolos, fórmulas e modelos conceituais. Esses elementos podem tornar a Química uma ciência complexa e de difícil assimilação, sobretudo por demandar a articulação entre os níveis macroscópicos, submicroscópico e representacional (Cedran; Cedran; Michellan, 2018; Silva, 2013; Souza; Cardoso, 2019). A dificuldade em migrar dos modelos imaginários para representações visuais e compreensíveis, como apontado por (Locatelli, 2018), contribui para a sensação de distanciamento entre os conteúdos escolares e a realidade dos alunos. Nesse contexto, a recorrente pergunta “Para que serve a Química?” evidencia a falta de conexão percebida pelos estudantes entre os saberes escolares e seu cotidiano. Segundo Lima, Silva e Alencar (2023), a metodologia tradicional, muitas vezes descontextualizada, tende a afastar os alunos do processo de aprendizagem, tornando o ensino desmotivador e excessivamente teórico. Diante disso, torna-se fundamental repensar as abordagens pedagógicas, buscando tornar o ensino de Química mais investigativo, contextualizado e próximo das experiências reais dos estudantes.

Sobre o ensino de eletroquímica, Ferreira, Gonçalves e Salgado (2021) discorrem sobre as dificuldades, destacando que muitos alunos enfrentam desafios em compreender conceitos abstratos, como oxidação e redução, e em representar fenómenos por meio de equações químicas. Além disso, menciona que a falta de estratégias didáticas diversificadas e de materiais que conectem teoria e prática também contribuem para essas dificuldades. A proposta é que estratégias como atividades experimentais e jogos, aliadas ao uso de recursos didáticos como vídeos educativos, contribuam para tornar o ensino de Química mais acessível e interessante.

Por outro lado, Cristóforo (2024) destaca que a eletroquímica é um conteúdo importante no Ensino Médio, ao estar presente no quotidiano dos alunos, como em pilhas e baterias. No entanto, ela observa que o ensino desse tema muitas vezes é superficial e recebe pouca atenção, o que resulta em dificuldades para os futuros professores em compreendê-lo e ensiná-lo eficazmente. A inclusão de experimentos e materiais didáticos contextualizados é sugerida para melhorar a compreensão e o ensino da eletroquímica.

O ensino de eletroquímica no Ensino Médio enfrenta desafios significativos, uma vez que os alunos o consideram frequentemente um tema abstrato e de difícil compreensão. Segundo Rodrigues *et al*. (2016), a falta de conhecimento prévio sobre conceitos relacionados a reações de oxirredução e funcionamento de células eletroquímicas contribui para o baixo rendimento dos estudantes nessa área. A ausência de uma abordagem que conecte a teoria à realidade dos alunos reforça a percepção de que o conteúdo é desnecessário para o cotidiano, tornando o aprendizado desmotivador e pouco eficaz.

Atividades práticas, quando integradas a discussões teóricas, análise de dados e resolução de problemas, contribuem para superar as dificuldades de aprendizagem, pois possibilitam que os estudantes observem os fenômenos em ação, estabelecendo conexões entre os conceitos abstratos e situações concretas. Esse tipo de abordagem favorece a aprendizagem, uma vez que os conteúdos deixam de ser apenas memorizados e passam a ser compreendidos em contextos reais (Ausubel, 1968). No estudo realizado pelos autores supracitados, foram aplicados três experimentos práticos envolvendo pilhas e células galvânicas, realizados em ambiente de laboratório com participação ativa dos estudantes. Esses experimentos permitiram que os alunos observassem fenômenos eletroquímicos em tempo real, facilitando a compreensão dos conceitos teóricos. Como resultado, houve um aumento médio de 32% no desempenho dos estudantes, conforme evidenciado pelos questionários avaliativos aplicados antes e após as atividades. Rodrigues *et al*. (2016) concluem que as experiências são uma ferramenta eficaz no ensino de Química, pois facilitam a compreensão dos conceitos, estimulam a curiosidade e promovem maior participação dos estudantes. Dessa forma, o uso de atividades práticas, aliado a estratégias como debates, estudos de caso e teórica, evidencia um caminho eficiente para melhorar o ensino de eletroquímica e aproximar os conceitos químicos do quotidiano dos estudantes.”

Segundo os autores referenciados, a experimentação é uma “ferramenta” essencial para o ensino de eletroquímica, ao ajudar a tornar os conceitos mais próximos à realidade dos alunos. Muitas vezes, esse conteúdo é tratado superficialmente, dificultando a sua compreensão e tornando o aprendizado desmotivador. A falta de conexão entre teoria e prática contribui para a percepção de que a eletroquímica é abstrata e distante do cotidiano, impactando tanto os estudantes quanto a formação de futuros professores.

A realização de atividades experimentais, em conjunto com a contextualização teórica, análise de situações reais e integração com outras áreas do conhecimento, permite que os alunos associem os conhecimentos teóricos à realidade, tornando o ensino dinâmico e atraente. Estudos como Rodrigues *et al*. (2016) e Silva *et al*. (2019) indicam que o uso de experimentos, como aqueles envolvendo pilhas e células eletroquímicas, pode melhorar o desempenho e aprendizado dos estudantes. Além de facilitar o aprendizado, essas atividades despertam o interesse e a curiosidade, promovendo uma compreensão profunda dos fenômenos químicos. Além de facilitar o aprendizado, essas atividades, quando combinadas com análise crítica, resolução de problemas e interpretação de dados, despertam o interesse e a curiosidade, promovendo uma compreensão ampla dos fenômenos químicos.

Sobre as atividades experimentais, (Faust, 2014) observou que 56% dos professores consultados utilizam o laboratório, citando a importância de complementar a teoria com práticas que despertam o interesse dos alunos. 44% dos professores não utilizam devido à falta de laboratórios adequados, ausência de suporte técnico, preocupações com segurança e dificuldades em gerenciar turmas grandes. A autora conclui que a prática em laboratório é considerada essencial para a compreensão do conteúdo, mas nem todos os conteúdos podem ser abordados dessa forma.

3.5.4 ELETROQUÍMICA E SOCIEDADE – Projeto de extensão voltado ao ensino de eletroquímica

Sociedade

Segundo o dicionário (Michaelis, 2016), Sociedade é um grupo de indivíduos que vivem em cooperação, compartilhando um território, normas e um senso de coletividade. Pode referir-se a uma comunidade unida por regras comuns, ao ambiente social em que alguém está inserido ou a grupos específicos, como a elite econômica. Também engloba associações formadas para interesses comuns.

A sociedade se beneficia da interação com instituições educacionais, como as universidades. Nesse contexto, a Extensão Universitária desempenha um papel crucial ao aproximar a universidade da realidade social.

Extensão Universitária

A Extensão Universitária é uma função social da universidade que promove a interação entre o conhecimento acadêmico, resultante do ensino e da pesquisa, e as demandas da comunidade, contribuindo para a transformação da realidade social. Essa prática permite a difusão do saber científico e tecnológico, valorizando os saberes populares e fortalecendo princípios democráticos, como a igualdade de direitos e a sustentabilidade. Conforme o Estatuto da Universidade Federal do Espírito Santo, a extensão deve ser aberta à participação da população, garantindo que os benefícios das pesquisas e da criação cultural da instituição alcancem a sociedade (Tavares, 2010).

De acordo Tavares, (2010, p. 7), o Plano Nacional de Extensão define Diretrizes para Extensão Universitária que devem estar presentes em todas as ações de Extensão e que podem ser, didaticamente, expressas em quatro eixos:

Quadro 1 - Eixos das Diretrizes da Extensão Universitária

- Impacto e transformação - Interação dialógica - Interdisciplinaridade - Indissociabilidade ensino – pesquisa –

Fonte: Tavares (2010)

A autora também discute cada uma das ações. Sobre o impacto e transformação, a Extensão Universitária promove uma relação transformadora entre a universidade e a sociedade, voltada para atender às necessidades da população, impulsionar o desenvolvimento regional e influenciar políticas públicas. Para gerar mudanças efetivas, é essencial identificar e estudar as questões mais relevantes, formular soluções e assumir um compromisso institucional com a transformação social.

Sobre a interação dialógica, a Extensão deve ocorrer por meio do diálogo e da troca de saberes entre universidade e sociedade, superando a visão tradicional de que o conhecimento acadêmico deve somente ser transmitido. Essa interação fortalece alianças com movimentos sociais e contribui para reduzir desigualdades e exclusões, tornando o

processo mais participativo e inclusivo.

Sobre a interdisciplinaridade, a integração entre diferentes áreas do conhecimento fortalece a Extensão Universitária, combinando metodologias e modelos complementares para estruturar ações eficazes. Essa abordagem favorece a colaboração entre instituições e profissionais, ampliando o impacto social e promovendo soluções mais abrangentes e consistentes.

Sobre a indissociabilidade Ensino–Pesquisa–Extensão, a extensão deve estar integrada ao ensino e à pesquisa, garantindo que os estudantes participem ativamente do processo, tanto na formação técnica quanto na construção de uma consciência cidadã. A sua inserção nos currículos acadêmicos flexibiliza a formação, permitindo o reconhecimento de créditos para atividades extensionistas e contribuindo para a formação integral dos alunos.

Nesse contexto, a Extensão Universitária assume um papel fundamental tanto no ambiente universitário quanto na sociedade em geral, como uma maneira de estabelecer a extensão como uma pauta obrigatória nas instituições de ensino superior. No I ENCONTRO DE PRÓ-REITORES DE EXTENSÃO DAS UNIVERSIDADES PÚBLICAS BRASILEIRAS (FORPROEX), em Brasília, em 1987, se discutiu sobre o conceito de extensão, institucionalização e financiamento.

Neste encontro, definiu-se a extensão como “A Extensão Universitária é um processo educativo, cultural e científico que conecta ensino e pesquisa à sociedade de forma transformadora. Funciona como uma via de mão dupla, onde a comunidade acadêmica aplica seus conhecimentos na realidade social e, ao retornar, enriquece o saber universitário com novas experiências. Essa troca de saberes entre o conhecimento acadêmico e popular contribui para a produção de conhecimento alinhado às necessidades regionais e nacionais, além de democratizar o acesso ao saber. Além disso, a extensão promove uma abordagem interdisciplinar, permitindo uma compreensão mais ampla e integrada das questões sociais”.

Sobre a institucionalização, definiu-se:

Quadro 2 - Definição sobre institucionalização

Como um processo que permeia o ensino e a pesquisa, integrando essas atividades, a extensão deve ser parte indispensável da rotina universitária, institucionalizando-se tanto do ponto de vista administrativo como da prática acadêmica. A institucionalização da prática extensionista, na medida em que reduz a distância que atualmente separa a atividade acadêmica dos interesses concretos da população, deve ser visualizada como um instrumento básico da recuperação da função social da universidade e restauração de sua credibilidade. A institucionalização da extensão implica na adoção de medidas e procedimentos necessários ao direcionamento das atividades acadêmicas às questões de relevância social. Essas medidas e procedimentos podem ser classificados em três grandes grupos: - medidas e procedimentos de ordem metodológica; - medidas referentes à estrutura universitária; - medidas para valorização da extensão regional e nacional.

Fonte: FÓRUM DE PRÓ-REITORES DE EXTENSÃO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR BRASILEIRAS (1987)

As medidas metodológicas da extensão visam fortalecer a integração entre universidade e sociedade, priorizando a transformação social. Para isso, as instituições públicas devem direcionar as suas ações extensionistas para a melhoria da qualidade de vida da população. Apenas atividades alinhadas às diretrizes institucionais serão reconhecidas como extensão, incluindo estágios curriculares e extracurriculares. A participação comunitária será garantida em todas as etapas dos projetos, e a conscientização acadêmica sobre questões sociais será incentivada. Além disso, a divulgação das ações extensionistas será promovida, e a universidade deverá avaliar continuamente ensino e pesquisa com base na sua relevância social.

As medidas estruturais buscam garantir sua importância nas instituições de ensino superior. Para isso, cada universidade deve ter um órgão específico para gerir a extensão, com o mesmo nível hierárquico dos setores de ensino e pesquisa. A política extensionista deve ser conduzida de forma colegiada, cabendo aos departamentos acadêmicos sua promoção e execução. A extensão deve ter representação nos órgãos superiores e ser contabilizada na carga horária dos docentes, influenciando sua progressão e regime de dedicação exclusiva. Também será considerada na contratação de novos profissionais e em concursos públicos. Além disso, é essencial garantir a participação ativa dos estudantes e representantes da sociedade civil no planejamento e nas decisões da universidade.

Para valorizá-la ao nível regional e nacional, é necessário estabelecer um

órgão representativo no Ministério da Educação para coordenar essas atividades. Além disso, deve-se garantir a participação formal da extensão no Conselho de Reitores das Universidades Brasileiras, fortalecendo sua presença nas discussões acadêmicas. A criação e o fortalecimento de Fóruns Regionais e do Fórum Nacional de Pró-Reitores de Extensão também são fundamentais para ampliar a articulação entre universidades públicas, promovendo o intercâmbio de experiências e a definição de diretrizes comuns para a extensão no país.

Consoante o que foi exposto anteriormente, surge a ideia do ensino de eletroquímica mediante aplicação de atividades experimentais no Ensino Médio, abordando temas como pilhas e baterias, eletrólise da água e célula a combustível, história da eletroquímica, etc.; e apresentar as instituições de ensino superior públicas federais como uma opção de ingresso ao ensino superior gratuitamente, através do projeto de extensão intitulado "*Universidade e Sociedade - O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes – Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*". Tal projeto tem como objetivo geral e específicos:

Quadro 3 - Objetivos do projeto de extensão Universidade e sociedade

Objetivo geral Aproximar os estudantes e professores das escolas públicas de Foz do Iguaçu-PR com os professores e estudantes da UNILA. Divulgar nas escolas e também nas redes sociais (Facebook – *eletroquimicaunila*) dos cursos que a UNILA oferece e o que a universidade pode oferecer a seus estudantes que nela ingressam. Realizar trabalhos técnicos-científicos de química aos estudantes do ensino médio e fundamental. Objetivos específicos - Divulgar os cursos de graduação da UNILA nas escolas e redes sociais (Facebook – *eletroquimicaunila*) que está situada na região da tríplice fronteira. - Atrair a atenção dos estudantes das escolas municipais e estaduais públicas de Foz de Iguaçu-PR e da região da tríplice fronteira para os diferentes cursos da UNILA. - Trabalhar com projeto técnico-científico baseado em pilhas e baterias para que os estudantes dos cursos de graduação da UNILA e das escolas compreendam os principais conceitos da ciência e tecnologia, particularmente da química geral, eletroquímica e suas interfaces com outras áreas. - Participar e auxiliar os estudantes do ensino médio nas feiras de ciências. - Organizar e auxiliar as visitas dos estudantes à UNILA e feira das profissões. - Estimular uma visão global e conjuntural dos fenômenos envolvendo variação de energia dos dispositivos, nanotecnologia e correlacioná-los com as propriedades de cada elemento que os compõem. - Recolher pilhas e baterias (originais e falsificadas), estudar as questões ambientais e o impacto à saúde humana e estudar a viabilidade técnica de reciclagem.

Fonte: Salgado (2016)

Projetos de extensão universitária desempenham um papel crucial na

redução da lacuna entre instituições de ensino superior e comunidades locais, particularmente no envolvimento de alunos do Ensino Médio. Essas iniciativas introduzem os alunos à vida universitária, à pesquisa científica e à conscientização ambiental (Garizado, Liecheski e Salgado, 2023; Reis *et al*., 2015). Tais projetos demonstraram sucesso em motivar os alunos a buscarem o ensino superior e fomentar o interesse em ciência e tecnologia (Reis *et al*., 2015). Eles também fornecem oportunidades valiosas para que os alunos universitários apliquem seus conhecimentos em contextos reais, aprimorando sua experiência educacional (Munin de Sá; Borges; Magera, 2022). Ao envolver alunos do Ensino Médio em atividades de pesquisa universitária, esses projetos promovem a alfabetização científica e fortalecem os laços comunidade-universidade (Dorigo et al., 2020). Macedo, Olmedo e Salgado (2023) desenvolveram um projeto de extensão em eletroquímica que mostrou resultados positivos na estimulação do interesse dos alunos pelos temas de química e física, evidenciando como a abordagem prática pode despertar a curiosidade científica dos estudantes. Além disso, os projetos de extensão contribuem para a disseminação do conhecimento acadêmico e cumprem a missão da universidade de servir à sociedade, alinhando-se às políticas educacionais nacionais e aos objetivos constitucionais (Dorigo *et al*., 2020; Munin de Sá; Borges; Magera, 2022).

Diante da revisão dos conceitos referentes a eletroquímica, ensino de eletroquímica, importância de aulas experimentais, evidencia-se a importância de iniciativas que aproximem a universidade das escolas públicas, promovendo assim um ensino baseado não só na teoria, senão que considere a prática e o cotidiano dos estudantes, abordando temas interdisciplinares que façam sentido com a realidade dos estudantes. Nesse contexto, neste trabalho são usados os resultados obtidos no projeto "*Universidade e Sociedade – O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes – Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*". A análise é fundamentada em questionários aplicados ao longo dos dois anos de extensão e nas experiências relatadas por professores e mestrandos que participaram das atividades nas escolas.

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como base o projeto de "*Universidade e Sociedade - O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes - Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*", do qual participei como bolsista durante (2022-2024). Esse projeto teve como objetivo principal aproximar a universidade da comunidade, levando conhecimento sobre eletroquímica e sua aplicação no cotidiano, especialmente no que diz respeito ao uso e descarte adequado de pilhas e baterias. Por

meio de atividades como, aulas experimentais e debates em escolas públicas, buscou-se despertar nos estudantes o interesse pela ciência, além de conscientizá-los sobre as implicações ambientais e sociais do descarte incorreto desses materiais. Durante esse período, colaborei na elaboração de materiais educativos, na aplicação de questionários para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes e na análise das percepções sobre a importância da eletroquímica.

3.6 EA e saúde no ensino de ciências

A EA é reconhecida como uma abordagem essencial para integrar ciência e cidadania, especialmente no contexto do ensino de química. De acordo com Dos Santos (2024), a continuidade das práticas de EA e a articulação entre escolas, universidades e famílias fortalecem a consciência ambiental dos estudantes. No entanto, Sant'Anna, Olifiers e Amendoeira (2021) alertam que a ausência de campanhas educativas e de acesso à logística reversa compromete a eficácia da reciclagem e aumenta os riscos ambientais.

Silva, Royer e Calegari (2022) defendem que a integração entre EA e saúde pública potencializa a formação crítica dos estudantes, pois aproxima temas como toxicidade de metais e descarte de resíduos ao contexto da vida real. Nesse sentido, Alves e Massena (2024) e Castro e Sobral (2024) destacam a relevância da EA Crítica, fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica e no Materialismo Histórico-Dialético, para fomentar a análise de problemas socioambientais. Araújo, Souza e Navoni (2024) reforçam que a inclusão da EA no currículo favorece a conexão entre teoria e prática, contribuindo para um aprendizado significativo.

Moraes *et al*. (2019) reforçam que a produção de conhecimento interdisciplinar é essencial para enfrentar desafios socioambientais complexos, unindo ciência, EA e pensamento crítico.

3.7 Protagonismo estudantil e metodologias participativas

O protagonismo estudantil é um componente central para a aprendizagem. Pacheco (2014) afirma que ele se manifesta quando o aprendizado se conecta diretamente ao contexto e às experiências cotidianas dos estudantes. Dewey (1938) defende que a aprendizagem significativa decorre da experiência prática e da reflexão sobre ela, enquanto Freinet (1991) aponta que o ensino se torna mais eficaz quando nasce da experiência concreta do estudante.

Para Freire (1996), esse protagonismo se fortalece em uma educação problematizadora, na qual o estudante, por meio do diálogo e da reflexão, torna-se sujeito ativo na transformação da própria realidade.

As metodologias ativas, segundo Araujo, Uchôa-Figueiredo e Soares (2024), Souza *et al*. (2025) e Ribeiro *et al*. (2024), estimulam habilidades como pensamento crítico, criatividade, colaboração e autonomia. Toman (2022) acrescenta que essas abordagens fortalecem a credibilidade e o reconhecimento das instituições de ensino. Essas estratégias, ao promoverem participação e envolvimento, também ampliam a compreensão de conteúdos complexos e incentivam a aplicação prática dos conhecimentos.

3.8 Extensão universitária como prática pedagógica transformadora

A extensão universitária atua como ponte entre o saber acadêmico e as demandas sociais, fortalecendo a formação integral dos estudantes (Manchenho; Batista; Da Silva, 2024). Para Cardoso *et al*. (2024), a extensão contribui para a construção de uma educação crítica e comprometida com a transformação social. De Sousa, De Sousa e Gomes (2024) apontam que a extensão universitária também humaniza o ensino, ao aproximar a universidade da comunidade e promover aprendizagens socialmente significativas.

Pesquisas como a de Calixto, Oliveira (2022) evidenciam que a participação em atividades de extensão amplia a conscientização ambiental e estimula práticas sustentáveis. Bonassina e Kuroshima (2021) destacam que a EA contínua e interdisciplinar ao longo da escolaridade é determinante para a formação de cidadãos conscientes. Amaral *et al*. (2019) mostram que experiências práticas, como trilhas ecológicas, aumentam o interesse e a curiosidade dos estudantes.

No contexto do ensino de química, iniciativas de baixo custo Monteiro e Evangelista (2023) e práticas de química verde, Souza, Emanuelly e Da Costa (2019) demonstram que é possível unir sustentabilidade e viabilidade pedagógica. Rodrigues, De Moraes e Pereira (2020) ressaltam a importância de adequar o conteúdo aos contextos locais, enquanto Pereira e Marques (2019) sugerem integrar atividades de extensão a estágios supervisionados, ampliando o engajamento e o aprendizado.

Saviani (2008) conclui que a função emancipadora da educação só se

cumpre quando há articulação entre conteúdos escolares e a realidade concreta, objetivo central das ações de extensão.

4 METODOLOGIA

O projeto de extensão intitulado "*Universidade e Sociedade - O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes - Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*" é desenvolvido visando aproximar a universidade pública, especialmente a UNILA, das escolas públicas de Foz do Iguaçu e da região da Tríplice Fronteira. O projeto de extensão é realizado desde 2016 em diferentes escolas de Foz do Iguaçu e região, e por discentes da UNILA de diferentes cursos. O projeto de extensão busca aproximar a sociedade no geral, principalmente das escolas públicas, dos alunos e professores da UNILA.

Durante os anos de 2022 a 2024, fui bolsista do projeto, o qual foi realizado em uma escola de Foz do Iguaçu-PR, com segundos anos do ensino médio, durante os anos de 2023-2024. No total, foram impactados por volta de 120 estudantes diretamente. Durante esses dois anos foram desenvolvidas várias atividades, as quais serão descritas a seguir. Foram aplicados alguns questionários e feitas algumas observações, além de recolher relatos de algumas pessoas "externas" que participaram de algumas atividades.

Localização da escola e público-alvo

A escola está localizada no centro de Foz do Iguaçu, no Paraná. O público-alvo do projeto de extensão foi composto por estudantes do segundo ano do Ensino Médio, divididos em turmas de 30 alunos aproximadamente. Ao longo do projeto, trabalhou-se com três turmas em 2023 e três turmas em 2024, num total de aproximadamente 120 estudantes. Outras pessoas também participaram de algumas das atividades da extensão, como uma voluntária que também era professora do Processo Seletivo Simplificado (PSS), a professora das turmas, 2 mestrandos e um professor externo.

Calendário de visitas

As visitas para o projeto de extensão foram organizadas de maneira a atender às necessidades de aprendizado dos estudantes. As atividades ocorreram regularmente a cada semana ou a cada 15 dias, e algumas vezes mensalmente, dependendo da disponibilidade da escola e dos envolvidos. Cada visita foi conduzida no laboratório da escola, com a presença da professora responsável e a supervisão do bolsista, o bolsista liderava a aula experimental, o que permitiu a interação direta com os alunos e o acompanhamento dos experimentos.

Alguns dos experimentos realizados durante os dois anos de extensão foram: eletrólise da água, eletroímã, montagem de pilhas (batata, limão, refrigerante, suco de laranja, água sanitária, etc.), um desses experimentos está descrito no Apêndice C: exemplo de roteiro atividade prática e algumas fotos desses experimentos e as outras atividades são apresentadas no Apêndice E: registros fotográficos. Outras atividades desenvolvidas envolviam a apresentação das IES e a responsabilidade do governo federal com o ensino superior, como também os benefícios que têm de estudar numa universidade federal, dando ênfase à UNILA e nos cursos que ela oferece. Estas atividades eram apresentadas por meio de conversas, com o uso de apresentações e discussões. A seguir é descrito como era estruturada a abordagem da extensão.

No primeiro encontro, o projeto de extensão era introduzido aos alunos, juntamente com a apresentação do bolsista responsável. Além disso, era feita uma exposição geral sobre a UNILA, destacando suas características e oportunidades. Ao final, os estudantes tinham a chance de fazer perguntas, permitindo assim uma interação menos formal.

No segundo encontro, os alunos eram apresentados ao sistema de universidades federais, com um foco especial na UNILA. Eram detalhados os cursos de graduação e pós-graduação oferecidos, a estrutura dos campi e as bolsas disponibilizadas tanto pelo governo quanto pela própria instituição. Durante essa sessão, os estudantes também eram incentivados a compartilhar os seus interesses acadêmicos, expressando possíveis escolhas de graduação e áreas de preferência. Além disso, o bolsista relatava a própria experiência, proporcionando um relato mais próximo da realidade universitária.

No terceiro encontro, abordava-se a eletroquímica com ênfase em sua história e evolução. Discutiam-se as contribuições de Luigi Galvani e Alessandro Volta para a compreensão dos fenômenos elétricos, além da criação da primeira pilha elétrica por Volta. Também eram mencionadas as descobertas de Michael Faraday sobre a eletrólise, que impulsionaram o desenvolvimento de baterias e processos eletroquímicos industriais. Além disso, explorava-se a evolução das pilhas e a ampla aplicação da eletroquímica em diversos setores, como na produção de energia, metalurgia, medicina e tecnologia.

No quarto encontro, eram abordados os principais conceitos eletroquímicos. Explicavam-se termos fundamentais como ânions e cátions, detalhando o

movimento dos íons nas reações eletroquímicas. Também se discutiam os processos de oxidação e redução, essenciais para o funcionamento das células eletroquímicas, além do papel da ponte salina na manutenção do equilíbrio de cargas. O objetivo foi proporcionar aos alunos uma base teórica sólida para compreender os fenômenos envolvidos nos experimentos práticos que seriam realizados nos encontros seguintes.

Um ponto importante a ser destacado é que as aulas práticas eram sugeridas pela professora da disciplina (Química), que selecionava os experimentos conforme as necessidades e dificuldades dos estudantes. Além dos conteúdos abordados pelo projeto de extensão, a própria professora também ministrava aulas sobre eletroquímica, e o papel da extensão era reforçar e complementar esses conceitos por meio de atividades experimentais. Dessa forma, as práticas não somente auxiliavam na fixação do conteúdo teórico, mas também permitiam aos alunos uma experiência aplicada.

Os experimentos realizados incluíram a eletrólise da água, construção de pilhas com materiais orgânicos, como limão, laranja, batatas, etc. Cada experimento era realizado em uma aula específica, seguindo uma estrutura organizada. No início da atividade, os alunos recebiam um roteiro contendo uma breve introdução ao tema, destacando sua importância e aplicações práticas, além das instruções detalhadas para a execução do experimento.

Os próprios alunos eram responsáveis por realizar os experimentos, enquanto eu e a professora supervisionávamos o processo, intervindo somente quando necessário. Após a realização, os alunos eram questionados sobre porque o experimento funcionava ou, caso não funcionasse, quais poderiam ser as razões para isso? No encerramento da aula, fazíamos uma recapitulação, explicando o funcionamento do experimento detalhadamente e promovendo um espaço aberto para perguntas, esclarecimento de dúvidas e sugestões.

Outra atividade importante realizada durante o projeto de extensão foi a coleta de pilhas e baterias na escola, onde instalou-se um ponto de coleta. Algumas aulas foram voltadas só para falar das pilhas e baterias, sua importância no desenvolvimento humano, seus impactos positivos e negativos, dando uma ênfase nos impactos ambientais negativos causados pelo descarte inadequado das pilhas e baterias (a extensão que teve esse enfoque foi a de 2023). No ano de 2024, o enfoque foi nos impactos negativos de

pilhas e baterias para a saúde.

Além das atividades de extensão na escola, o projeto também teve participação em outros ambientes, como na Semana Integrada de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE), semana da criatividade da escola na qual foi feita a extensão, na Semana Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), entre outros.

No final de cada ano, foram realizadas atividades especiais para o encerramento da extensão. No ano de 2023, foi realizada uma visita técnica no campus da UNILA (Itaipu Parquetec), a qual contemplava a visita aos laboratórios e à biblioteca da universidade. Já no ano de 2024, a atividade de encerramento foi realizada nas instalações da escola, fazendo-se um concurso chamado “Pilha de ideias”, o qual consistia na montagem de pilhas para ligarem um LED, e/ou que conseguissem fazer um multímetro mostrar o potencial.

Foram aplicados vários formulários para a coleta de dados sobre a extensão universitária de forma geral e sobre seu impacto nos estudantes, em dois momentos distintos (2023 e 2024). Cabe ressaltar que o questionário de 2023 foi aplicado ao final das atividades de extensão, enquanto o de 2024 foi aplicado no início do ano, sendo direcionado a turmas diferentes. Os dois questionários encontram-se integralmente nos Apêndice A: questionário aplicado em 2023 eApêndice B: questionário aplicado em 2024, respectivamente, contendo todas as questões utilizadas na pesquisa. Além disso, foram realizadas entrevistas com algumas pessoas externas à universidade que participaram de determinadas atividades extensionistas, as quais também serão abordadas nos resultados.

Tipo de Pesquisa e Critérios de Análise

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, apoiada por dados quantitativos descritivos. A análise qualitativa se manifesta na interpretação das percepções dos alunos sobre a eletroquímica, obtidas por meio de questionários, entrevistas e observações. Os dados quantitativos, expressos principalmente em porcentagens, foram utilizados para indicar tendências nas respostas e quantificar estudantes impactados pelo projeto

Os dados coletados foram analisados de forma descritiva e interpretativa, buscando identificar padrões nas respostas e compreender como a extensão contribuiu para o aprendizado dos participantes. Além disso, relatos de professores, mestrandos e

outros colaboradores foram considerados para fornecer uma visão mais ampla do impacto do projeto.

As respostas dos questionários foram analisadas por meio de categorização temática, agrupando enunciados de significado semelhante em categorias. A frequência de ocorrência de cada categoria foi utilizada para calcular as porcentagens apresentadas nos gráficos. Para a apresentação dos resultados no presente trabalho, foram selecionados os gráficos e trechos de respostas que melhor dialogam com os objetivos específicos da pesquisa, evidenciando aspectos centrais para a análise proposta e permitindo maior clareza na interpretação dos dados.

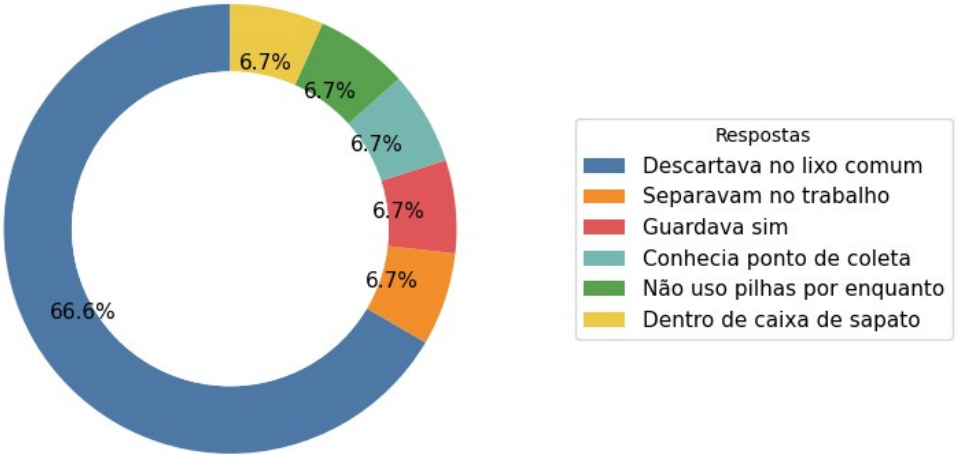
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta e discute os resultados obtidos nos anos de 2023 e 2024 a partir dos questionários aplicados aos estudantes do Ensino Médio durante a realização do projeto de extensão "*Universidade e Sociedade: O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes – Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade*". A análise articula os dados quantitativos com os relatos qualitativos, o que permite uma compreensão do impacto da ação na formação ambiental e científica dos participantes.

Em 2023, participaram da pesquisa 15 estudantes do Ensino Médio, enquanto em 2024 o questionário foi respondido por 30 alunos, totalizando 45 participantes. O questionário de 2023 foi aplicado ao final da atividade de extensão, e o formulário de 2024 no começo da atividade da extensão, e envolveram perguntas objetivas e abertas relacionadas à temática do descarte de pilhas e baterias, bem como à percepção dos estudantes sobre a eletroquímica e a extensão universitária.

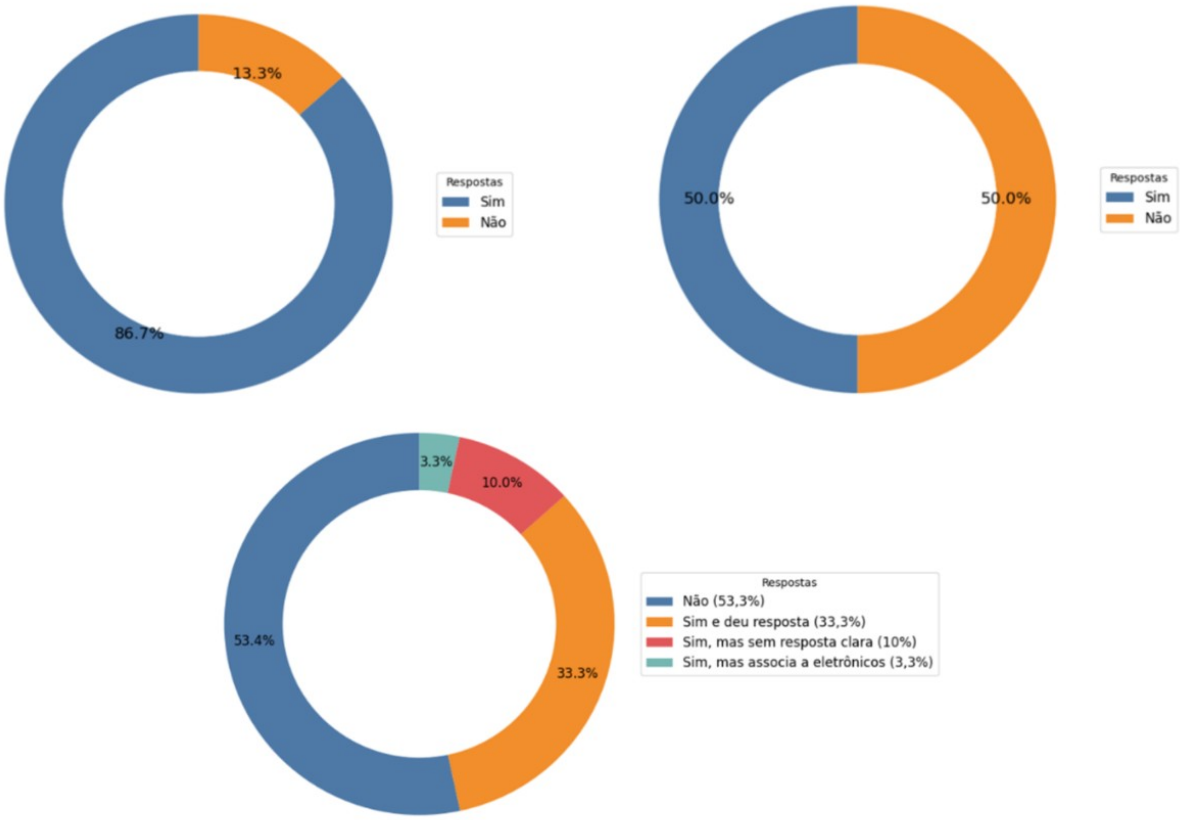
A seguir, estão algumas das perguntas dos formulários aplicados aos alunos do 2º ano do ensino médio de 2023 e 2024, durante o projeto de extensão sobre eletroquímica e algumas respostas, porém, algumas das respostas apresentam-se com gráficos e outras somente com o valor em porcentagens.

Figura 4 - Gráfico da pergunta 1, questionário 2023: Como você costumava descartar pilhas e baterias usadas antes da introdução da nossa extensão na sua escola, já conhecia algum ponto de coleta?



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 5 - Gráficos da pergunta 1, questionário 2024: Você sabe qual é a função das pilhas e bateria? Elas são consideradas um lixo eletrônico? Você sabe o que é um lixo eletrônico?



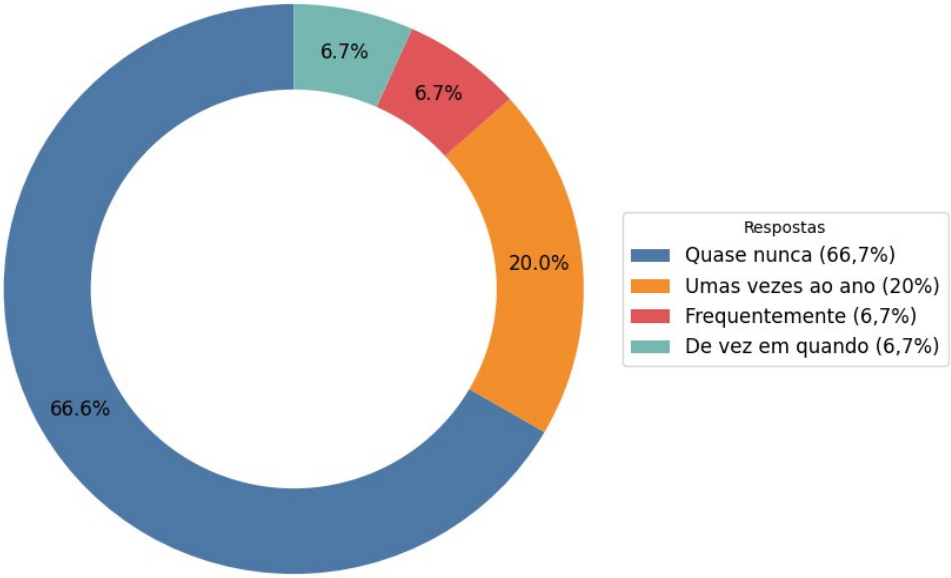
Fonte: Autoria própria (2025)
Nota: O gráfico superior à direita corresponde à primeira parte da pergunta, o gráfico superior à esquerda refere-se à segunda parte da pergunta, e o gráfico inferior é da última parte da pergunta.

Em 2023, o questionário foi aplicado após a ação de extensão, mas essa pergunta solicitava aos estudantes que relatassem como realizavam o descarte de pilhas e baterias antes da extensão, ou seja, trata-se de uma autoavaliação retrospectiva. Segundo a Figura 4 66,7% dos estudantes descartavam pilhas e baterias no lixo comum. Em 2024 o formulário foi aplicado no começo da extensão com um grupo de pessoas diferentes. Conforme mostrado na Figura 5, 53,4% dos estudantes não sabiam o que era lixo eletrônico e 50% deles não associavam pilhas a esse tipo de resíduo. Esses dados indicam um conhecimento fragmentado, em que a função das pilhas é compreendida, mas seu impacto ambiental não é reconhecido. Diante desse cenário, os resultados revelam a persistência de lacunas na formação ambiental.

Essa realidade dialoga diretamente com o estudo de Dos Santos (2024), que destaca a necessidade de práticas contínuas e integradas de EA, articulando escolas, universidades e famílias. A presença de lacunas no conhecimento dos estudantes, tanto na

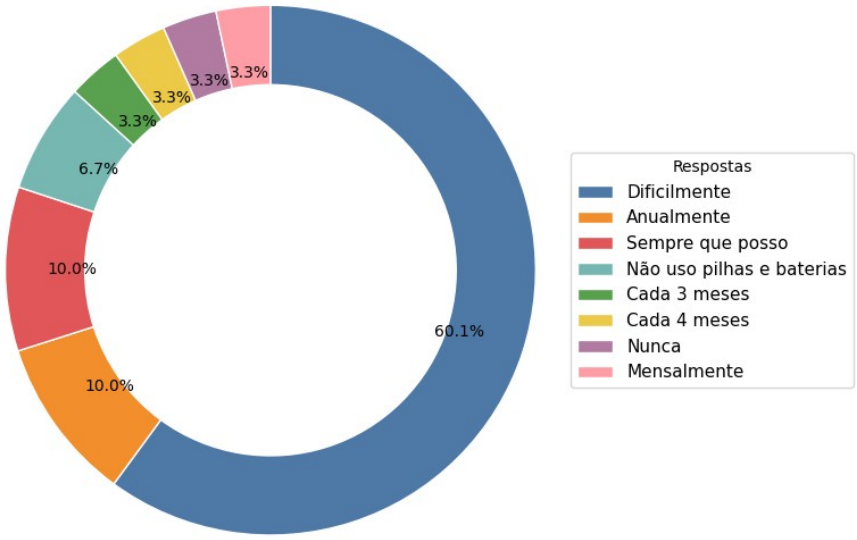
avaliação retrospectiva quanto nas respostas atuais, reforça a ideia de que ações pontuais, embora relevantes, não são suficientes para consolidar uma consciência ambiental. Os dados revelam que o impacto ambiental das pilhas ainda é pouco reconhecido pelos estudantes, o que evidencia a importância de intervenções educativas sistemáticas, duradouras e contextualizadas, como propõe o autor.

Figura 6 - Gráfico da pergunta 2, questionário 2023: Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas?



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 7 - Gráfico da pergunta 2, questionário 2024: Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas?



Fonte: Autoria própria (2025)

A baixa frequência de descarte também foi observada nos dois anos: em 2023, como se observa na Figura 6, 66,6% dos estudantes afirmaram descartar pilhas

raramente; em 2024, como se apresenta na Figura 7, 60,1% dos estudantes relataram que dificilmente realizam esse descarte. A participação em campanhas de coleta também foi reduzida: apenas 13,3% e 20% dos estudantes (13.3% desses 20%) participaram de uma atividade de 2023 da extensão em questão) em 2023 e 2024, respectivamente, haviam participado anteriormente, conforme os dados obtidos a partir das respostas aos questionários aplicados (ver Tabela 1. Respostas dos estudantes, formulário 2023 pergunta 5 e Tabela 2. Respostas dos estudantes, formulário 2024 pergunta 8).

Esses dados indicam que o baixo descarte não necessariamente reflete um baixo consumo de pilhas e baterias, mas pode ser consequência da falta de informação sobre os canais adequados de descarte, ou mesmo da dificuldade de acesso aos pontos de coleta. Conforme Sant'Anna, Olifiers e Amendoeira (2021), a falta de campanhas educativas e de acesso à logística reversa compromete a eficácia da reciclagem e aumenta os riscos ambientais.

Diante desse cenário, torna-se essencial repensar as estratégias pedagógicas adotadas nas escolas públicas para tratar dessas temáticas.

A integração da Educação Ambiental Crítica e de outras disciplinas, como a saúde, favorece o desenvolvimento do pensamento crítico e da consciência socioambiental na formação dos estudantes e professores (Alves; Massena, 2024; Araújo; Bianchi; Boff, 2021; Castro; Sobral, 2024). Esses referenciais teóricos fundamentam a necessidade de práticas educativas contínuas, interligando escolas, universidades e famílias, para promover uma formação ambiental sólida (Dos Santos, 2024).

(Freinet, 1991) já alertava que a aprendizagem é mais eficaz quando nasce da experiência concreta do estudante. A ausência de vivência prática sobre o descarte correto colabora para o distanciamento entre conhecimento e ação.

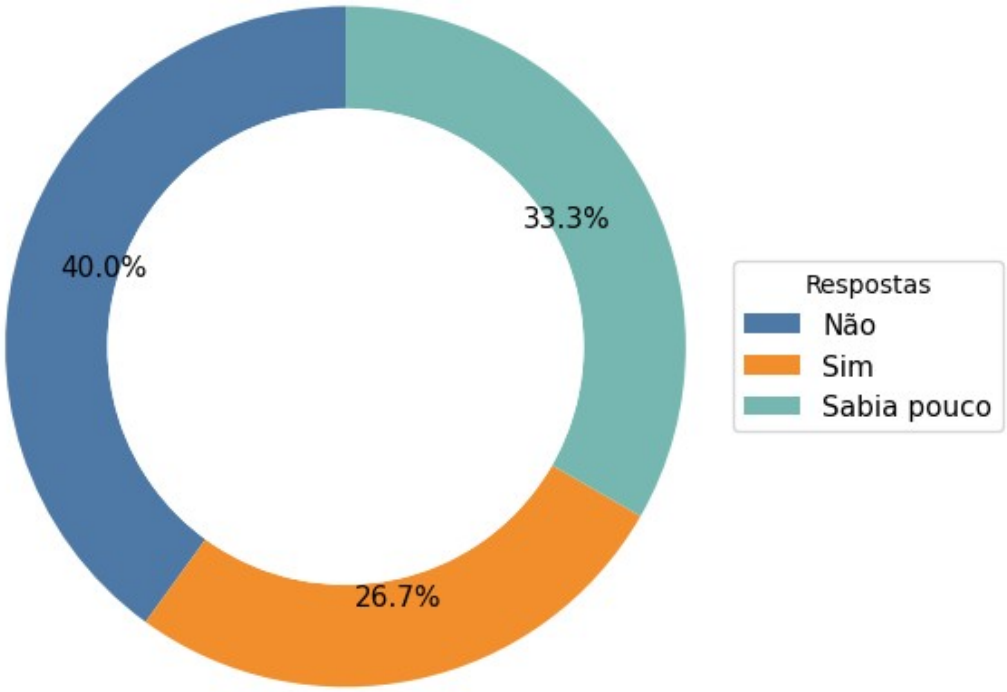
A adoção de metodologias participativas, portanto, surge como alternativa para superar esse distanciamento.

Metodologias participativas e ativas contribuem para o protagonismo estudantil e a efetividade do processo educativo. Essas abordagens promovem o desenvolvimento de habilidades cruciais como pensamento crítico, criatividade, colaboração e comunicação (Araujo; Uchôa-Figueiredo; Soares, 2024). Estudantes tornam-

se participantes ativos na construção do conhecimento, propondo ideias, tomando decisões e engajando-se em projetos (Souza *et al*., 2025). O protagonismo estudantil resulta em ambientes escolares mais estimulantes e na formação de estudantes mais autônomos e criativos (Ribeiro *et al*., 2024). Experiências práticas demonstram que essas metodologias podem transformar contextos escolares, aumentando a credibilidade e o reconhecimento das instituições (Toman, 2022). Além disso, essas abordagens facilitam a internalização de conceitos importantes, como políticas de humanização em saúde, e promovem uma compreensão mais abrangente do processo de cuidado (Araujo; Uchôa-Figueiredo; Soares, 2024).

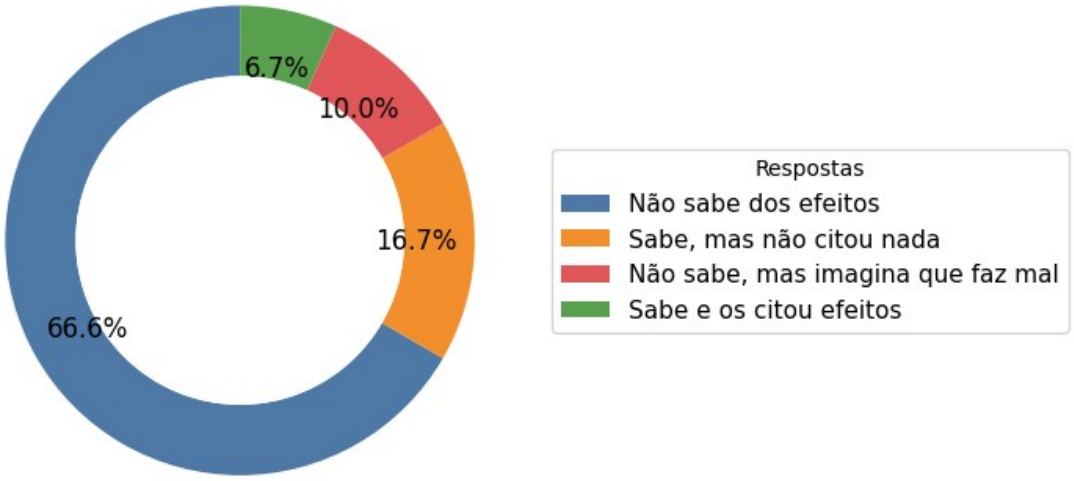
Esses princípios metodológicos dialogam diretamente com os resultados obtidos neste projeto de extensão, pois se observou que as atividades práticas e participativas estimularam o envolvimento dos estudantes na construção do conhecimento sobre descarte correto de pilhas e baterias. Por meio do engajamento em discussões, experimentos e projetos coletivos, os alunos demonstraram maior interesse e compreensão dos temas abordados, refletindo o protagonismo estudantil destacado por Souza *et al*. (2025) e Ribeiro *et al*. (2024). Esse envolvimento ativo contribuiu para a superação do distanciamento entre teoria e prática, evidenciando a eficácia das metodologias participativas no fortalecimento da aprendizagem e na formação crítica dos estudantes.

Figura 8 - Gráfico da pergunta 3, questionário 2023: Antes da extensão, você sabia da importância de descartar corretamente pilhas e baterias usadas?



Fonte: Autoria própria (2025)

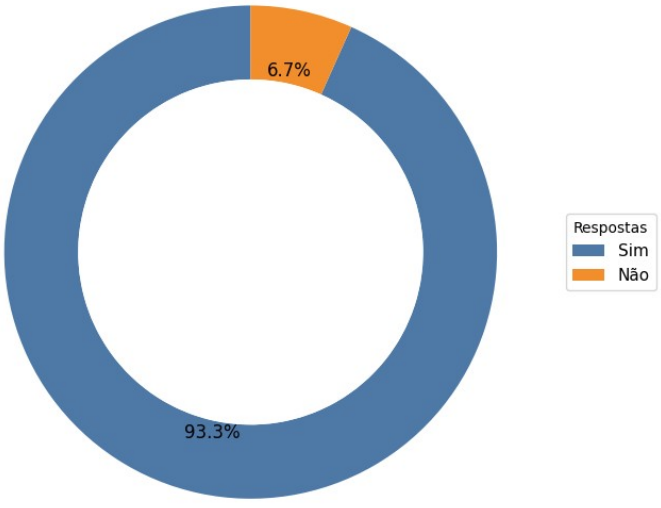
Figura 9 - Gráficos da pergunta 3, questionário 2024: Você tem conhecimento sobre os possíveis efeitos do Chumbo (Pb) presente em algumas baterias e pilhas no desenvolvimento infantil?



Fonte: Autoria própria (2025)

O entendimento dos riscos à saúde e ao meio ambiente foi limitado no início no ano 2024. Em 2023, como apresentado na Figura 8, 40% dos estudantes não sabiam da importância do descarte correto, e 60% deles não compreendiam os impactos das substâncias perigosas presentes nas pilhas e baterias. Em 2024, como se apresenta na Figura 9, 66,6% dos estudantes desconheciam os efeitos do chumbo no desenvolvimento infantil, e 33,3% deles não sabiam da relação com o câncer.

Figura 10 – Gráfico da pergunta 9, questionário 2023: Você sabe agora quais substâncias perigosas podem estar presentes nas pilhas e baterias?



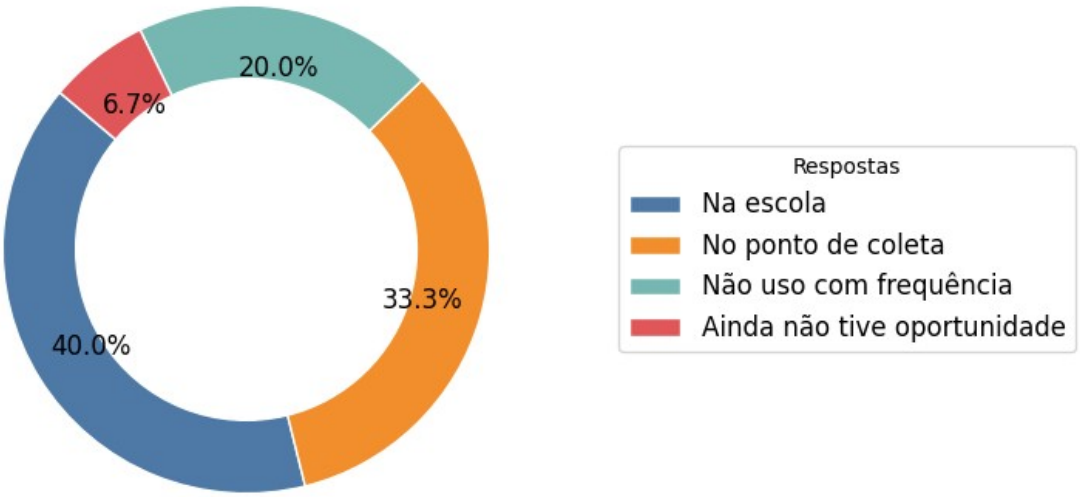
Fonte: Autoria própria (2025)

Após a extensão, os dados indicam uma melhora. Em 2023, como mostra a

Figura 10, 93,3% dos estudantes passaram a identificar substâncias perigosas nas pilhas e baterias, e muitos deles demonstraram compreender a sua toxidade (ver Tabela 1, pergunta 9).

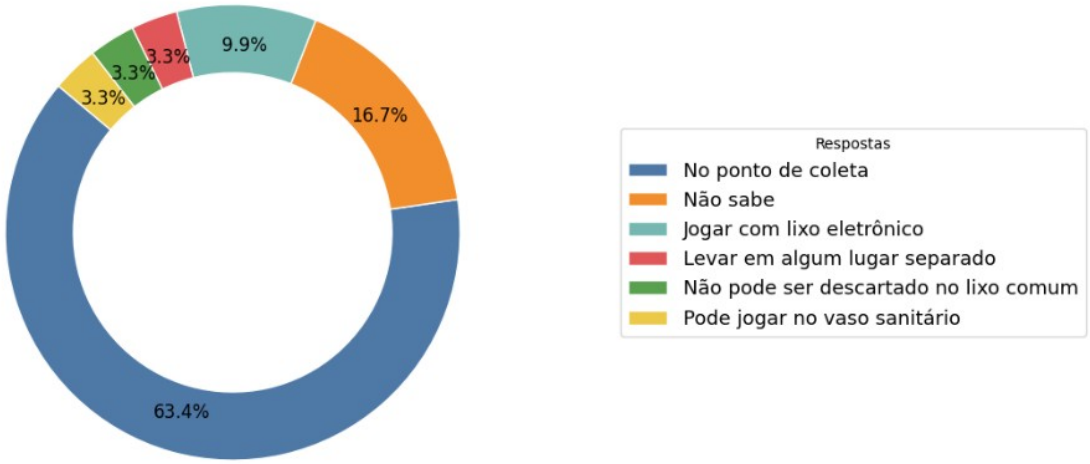
Essa transformação se aproxima do que Freire (1996) denomina educação problematizadora, na medida em que busca estimular uma leitura crítica da realidade e o protagonismo dos estudantes no processo educativo. Ainda que a temática não tenha emergido diretamente da vivência dos alunos, as atividades foram planejadas para dialogar com seu contexto cotidiano e com problemas concretos relacionados ao descarte de pilhas e baterias. Conforme Pacheco (2014), o protagonismo estudantil se fortalece quando o aprendizado se conecta com as experiências reais dos sujeitos, permitindo uma construção ativa do conhecimento. Essa perspectiva é reforçada por Dewey (1938), que defende que a aprendizagem significativa ocorre a partir da experiência prática e da reflexão sobre ela. No contexto deste projeto de extensão, os estudantes participaram de atividades práticas que incluíram discussões orientadas, coleta de pilhas e baterias usadas, e análise dos impactos ambientais desses resíduos. Essas ações não apenas proporcionaram vivência dos conteúdos, como também promoveram momentos de reflexão crítica sobre os próprios hábitos e a responsabilidade ambiental, em sintonia com a proposta de Dewey.

Figura 11 - Pergunta 6, questionário 2023: Depois da introdução da EA sobre pilhas e baterias, como você passou a descartar esses materiais?



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura 12 - Pergunta 7, questionário 2024: Qual é a forma mais segura e adequada de descartar baterias e pilhas usadas?



Fonte: Autoria própria (2025)

A intervenção também impactou o comportamento dos estudantes. Em 2023, conforme resultados apresentados na Figura 11, 40% dos educandos passaram a descartar pilhas e baterias no ponto de coleta escolar, 33,3% deles em pontos de coleta da cidade. Em 2024, 63,4% dos estudantes identificaram corretamente os pontos de coleta como forma adequada de descarte, embora 16,7% deles ainda não soubessem como proceder (Figura 12).

Essa mudança está relacionada não apenas ao conhecimento adquirido. O projeto proporcionou a instalação de um ponto de coleta permanente de pilhas na escola, além de alguns materiais para usar em outras aulas práticas, também momentos de orientação direta, nos quais os estudantes receberam explicações sobre a destinação correta, os riscos ambientais do descarte inadequado e o funcionamento da logística reversa. Manchenho; Batista; Da silva (2024) destacam que a extensão universitária, quando bem estruturada, fortalece a formação integral e promove práticas sustentáveis, o que se confirma nesta ação, ao oferecer condições reais para que os estudantes pudessem aplicar o que aprenderam de forma prática e consciente.

Tal constatação é corroborada pelo reconhecimento que os estudantes demonstraram ao avaliar a relevância da extensão.

Para Saviani (2008), a escola deve ser compreendida como um espaço de mediação entre o conhecimento sistematizado e as necessidades sociais, o que favorece uma formação que permita ao estudante intervir na realidade de forma crítica.

As respostas demonstraram uma valorização da ação de extensão: em 2024, 100% dos estudantes consideraram a atividade relevante. Quando perguntados, os estudantes destacaram a importância da abordagem prática, a conexão com os conteúdos de eletroquímica e o estímulo à conscientização ambiental.

Essas percepções confirmam a contribuição da extensão para uma educação crítica, integrando ciência, cotidiano e responsabilidade social, como discutido por (Cardoso *et al*., 2024).

A percepção positiva dos participantes foi reforçada ainda por comportamentos concretos observados durante e após as atividades.

Durante as atividades, estudantes relataram mudanças de comportamento, como orientar familiares sobre o descarte. Comentários como "*Falei para minha mãe que não pode jogar pilha no lixo comum*" ou "*nunca tinha visto gerar corrente com Coca-Cola*" evidenciam o engajamento. Outros relatos semelhantes estão disponíveis na parte dos relatos de estudantes e no Anexo B: relatos de estudantes, e reforçam a percepção positiva dos alunos quanto à relevância prática e educativa da experiência.

Esses relatos demonstram o engajamento dos estudantes com o tema e indicam mudanças concretas de comportamento, como o compartilhamento de informações com familiares e o interesse por experimentos realizados. A repercussão positiva e espontânea das atividades reforça o impacto da ação na formação de atitudes mais conscientes em relação ao descarte de pilhas e baterias.

Experiências como a introdução da fenolftaleína no experimento de eletrólise ampliaram a compreensão conceitual. Os relatos da professora da escola reforçaram a mudança de postura e interesse dos alunos. Mestrandas dos Programas de Pós-graduação que acompanharam as ações também relataram o impacto transformador da extensão em sua formação.

Experiências como a introdução da fenolftaleína no experimento de eletrólise ampliaram a compreensão conceitual. Os relatos da professora da escola reforçaram a mudança de postura e interesse dos alunos. Mestrandas dos Programas de Pós-graduação que acompanharam as ações também relataram o impacto transformador da extensão em sua formação acadêmica e pessoal (Anexo A: depoimentos da professora e

das mestrandas.).

Como afirma Freire (1996), a educação que dialoga com a realidade do sujeito é também uma prática de liberdade. Ao vivenciarem experiências concretas e significativas, tanto os estudantes quanto os participantes da universidade assumem o papel de agentes de transformação.

Esses depoimentos mostram a força da extensão na humanização do ensino, difusão do conhecimento e aproximação entre universidade e sociedade, como sugerido por De Sousa, De Sousa e Gomes (2024).

Essas evidências reforçam o quão importante é a extensão como prática pedagógica transformadora e promotora de cidadania.

Pesquisas sobre EA por meio de programas de extensão universitária destacam sua importância na promoção da sustentabilidade e do impacto duradouro na conscientização ambiental dos alunos. As atividades de extensão proporcionam experiências práticas de aprendizagem e fortalecem as conexões entre o meio acadêmico e a comunidade (Calixto; Oliveira, 2022). Estudos mostram que a EA contínua e interdisciplinar ao longo da escolaridade ajuda a formar cidadãos ambientalmente conscientes (Bonassina; Kuroshima, 2021). Experiências práticas, como trilhas ecológicas guiadas, aumentam o aprendizado e a curiosidade (Amaral et al., 2019) de forma semelhante, as atividades experimentais em eletroquímica deste trabalho aproximam os conteúdos teóricos da realidade dos estudantes, promovendo engajamento e conscientização ambiental, especialmente sobre o descarte correto de pilhas e baterias. De modo geral, os programas de extensão universitária desempenham um papel fundamental para garantir uma sustentabilidade e avaliar o impacto duradouro da EA nos alunos.

A extensão universitária, ao articular o saber científico com o cotidiano dos estudantes, contribui para uma educação integral e crítica. Para Freire (1996), essa articulação é condição para que o estudante se perceba como sujeito histórico. Já Saviani (2008) reforça que a função da escola é preparar o educando para intervir conscientemente na realidade social.

Alguns artigos discutem desafios que também foram encontrados durante a extensão e estratégias para atividades eficazes de extensão universitária no ensino de

química nas escolas, como no nosso caso. Os principais problemas incluem a falta de infraestrutura, materiais e abordagens de ensino atualizadas nas escolas públicas (Monteiro; Evangelista, 2023). Para resolver esses problemas, os projetos implementaram experimentos de baixo custo nas salas de aula (Monteiro; Evangelista, 2023) e incorporaram princípios de química verde para promover práticas sustentáveis (Souza; Da silva; Da Costa, 2019). As atividades de extensão também se concentraram em conectar o ensino de química às realidades locais nas escolas rurais, embora ainda existam desafios no alinhamento do conteúdo com os currículos escolares e os contextos locais (Rodrigues; De Moraes; Pereira, 2020). A integração de atividades de extensão em estágios supervisionados para alunos do ensino de química tem se mostrado promissora, envolvendo feiras de ciências e visitas a universidades para aumentar o engajamento (Pereira; Marques, 2019). Essas iniciativas visam melhorar a motivação, a participação e os resultados de aprendizagem dos alunos e, ao mesmo tempo, contribuir para o desenvolvimento profissional dos alunos de graduação no ensino de química (Monteiro; Evangelista, 2023; Pereira; Marques, 2019). Como afirma (Saviani, 2008), a educação só cumpre sua função emancipadora quando articula os conteúdos escolares à realidade concreta, contribuindo para a formação de sujeitos críticos.

Relatos e percepções dos participantes da ação de extensão (estudantes, diretor da escola, professora e mestrandas)

A partir da vivência com os estudantes das duas turmas durante a ação de extensão, foi possível observar transformações em suas percepções e atitudes. Embora os formulários mostrem dados importantes, os relatos pessoais durante as aulas, comentários entre eles, trazem dados essenciais para a compreensão do alcance da atividade.

Em diversas ocasiões, os alunos expressaram surpresa ao aprender sobre os riscos associados às pilhas e baterias, e relataram mudanças no comportamento em casa. Um dos estudantes mencionou: “*Nunca tinha visto gerar corrente elétrica com Coca-Cola ou com refrigerantes, foi legal saber que dá para fazer isso e entender a química envolvida*.”

Durante a realização da experiência de eletrólise da água, foi possível vivenciar um momento bastante interessante. Ao observar a liberação dos gases H_2 e O_2 nos eletrodos, os estudantes apresentaram dificuldade em identificar qual gás era o

hidrogênio, mesmo com as pistas visuais de quantidade e velocidade de liberação. A professora, percebendo essa dificuldade, decidiu introduzir a fenolftaleína no experimento, um indicador ácido-base que colore a solução de rosa/roxo em meio básico, o que ocorre justamente na região onde o hidrogênio é liberado. Essa mudança de cor evidencia a formação dos íons OH^-, gerados na semirreação de redução do hidrogênio, indicando que o meio naquele eletrodo se torna básico. Assim, a presença do gás H_2 fica clara para os estudantes, gerando surpresa e fascínio. Muitos deles já haviam ouvido falar do indicador em aulas teóricas, mas nunca o haviam associado diretamente à presença do hidrogênio, o que foi esclarecido pela professora.

Durante a realização da experiência de eletrólise da água, foi possível vivenciar um momento bastante interessante. Ao observar a liberação dos gases H_2 e O_2 nos eletrodos, os estudantes apresentaram dificuldade em identificar qual gás era o hidrogênio, mesmo com as pistas visuais de quantidade e velocidade de liberação. A professora, percebendo essa lacuna, decidiu introduzir a fenolftaleína no experimento, um indicador ácido-base que colore a solução de rosa/roxo em meio básico, o que ocorre justamente na região onde o hidrogênio é liberado. A mudança de cor no eletrodo evidenciou claramente a presença do gás H_2, gerando surpresa e fascínio nos alunos. Muitos deles já haviam ouvido falar do indicador em aulas teóricas, mas nunca o haviam associado diretamente à presença do hidrogênio, nesse momento foi esclarecido pela professora.

Nas falas da professora da escola que nos acompanhou durante os dois anos, podemos perceber alguns dos impactos que a extensão teve nos alunos e no contexto escolar.

Quadro 4. Fala da professora da escola

“Participar do projeto das pilhas nesses dois anos eu considero muito positivo, pois os alunos tiveram a oportunidade de ter contato diretamente e saber que existe a UNILA, além do mais a entender melhor o conteúdo de eletroquímica, bem como também a participação ativa nos processos tanto de experimentos, quanto no histórico da química, o funcionamento das pilhas. [...] Eles puderam participar do concurso onde se envolveram ativamente [...].”

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Esse relato mostra como os estudantes foram envolvidos amplamente, desde aspectos conceituais da eletroquímica até das diversas atividades relacionadas em

cada período de extensão.

A contextualização dos temas em atividades práticas, como as realizadas no projeto, possibilita a construção de um conhecimento mais sólido e conectado à realidade dos estudantes. Um artigo que revisa as práticas de EA no ensino de Química aponta que metodologias participativas, alinhadas a situações reais vivenciadas pelos estudantes, promovem uma formação crítica e responsável, essencial diante da atual crise socioambiental (Silva; Royer; Calegari, 2022).

Outro trecho do relato da professora apresenta o seguinte:

Quadro 5. Fala da professora da escola

Esse relato mostra como os estudantes foram envolvidos amplamente, desde aspectos conceituais da eletroquímica até as diversas atividades relacionadas em cada período de extensão.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Esses trechos reforçam que o projeto atendeu diretamente ao objetivo geral de analisar os impactos do ensino de eletroquímica por meio de uma ação de extensão. As experiências descritas evidenciam a valorização do ensino-aprendizagem, a aproximação concreta entre universidade e escola, e a conscientização ambiental. Além disso, revelam um engajamento que extrapolou os limites da sala de aula, que envolve inclusive a comunidade escolar e promove uma educação mais dinâmica, contextualizada e horizontal.

O relato de uma mestranda que participou de diversas atividades durante a extensão evidencia dois elementos centrais da proposta: A democratização do acesso ao conhecimento científico e à informação sobre o ensino superior, e a humanização do ensino de conteúdos tradicionalmente considerados abstratos ou difíceis. A fala da extensionista corrobora com o objetivo específico de avaliar a importância da extensão como estratégia de inclusão e promoção do interesse pela ciência, ao mesmo tempo que reforça o impacto da iniciativa em ambos os lados.

Quadro 6. Fala de uma das mestrandas

“A minha experiência ali na extensão foi de me sentir como se eu conseguisse levar para os estudantes o conhecimento. [...] Informações que eles não tinham acesso. E também, principalmente, o conhecimento da universidade [...] saber que ele pode ter auxílios e tudo mais. Isso foi muito legal, porque a gente meio que conseguiu abrir um pouco os horizontes deles. [...] A gente deixou [a físico-química] mais acessível.”

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

O relato de outra mestranda que participou como jurada de uma das atividades foi:

Quadro 7. Relato de uma das mestrandas

“Foi uma experiência muito legal participar dessa atividade com os alunos da escola pública. Eu adorei ver o quanto eles estavam empolgados, curiosos e realmente dispostos a colocar a mão na massa. Era uma atividade de eletroquímica, e eles tinham que montar uma pilha com materiais simples, tipo batata, limão... e mesmo sendo algo do cotidiano, eles se jogaram na ideia e levaram super a sério.” “A gente tem tanta coisa legal na universidade, tanto conhecimento e oportunidade, e ver isso sendo levado até eles de forma leve e divertida foi especial.” “Acho que esse tipo de atividade mostra que a universidade não é um lugar distante ou impossível. Pelo contrário, é um espaço que pode (e precisa) ser acessível, acolhedor e inspirador pra todos, especialmente pra quem vem da escola pública. Me senti feliz de fazer parte disso.”

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

O relato da discente reforça a importância das atividades de extensão como instrumento de transformação, não apenas para quem recebe o projeto, mas também para quem participa da sua execução. Essa troca, muitas vezes emocional e inspiradora, torna o processo de ensino-aprendizagem muito mais humano.

Além da análise dos dados obtidos com os estudantes, é importante destacar o papel da extensão na formação dos estudantes que conduzem ou que participam de projetos como este. Os autores De Sousa, De Sousa e Gomes, 2024), ao investigarem os impactos da curricularização da extensão nos cursos de Direito e Psicologia, evidenciaram que tais atividades favorecem o desenvolvimento de habilidades práticas, o engajamento com questões sociais e a construção de uma consciência crítica. Semelhantemente, o presente projeto possibilitou aos bolsistas e participantes o contato direto com a comunidade escolar, promovendo não apenas a difusão de conhecimentos

sobre eletroquímica e descarte correto de resíduos, mas também a vivência de situações que exigiram sensibilidade social.

Além de promover o conhecimento sobre o descarte adequado de pilhas e baterias, o projeto de extensão também contribuiu para o fortalecimento da relação entre a universidade e a comunidade escolar. O desenvolvimento das atividades permitiu que o saber científico fosse contextualizado e acessível, dialogando diretamente com o papel da extensão como ferramenta de EA. Um documento que trata dessa perspectiva destaca a extensão como uma estratégia eficaz para disseminar práticas sustentáveis, promover a conscientização da população e contribuir para a formação integral dos estudantes, ao alinhar suas ações aos princípios da EA (Manchenho; Batista; Da silva, 2024).

Sobre a conscientização ambiental, alguns estudantes disseram:

Quadro 8. Relato de estudante

“Sim, a apresentação sobre os impactos ambientais e à saúde das pilhas e baterias mudou minha percepção… ficou claro que o descarte inadequado pode ter consequências graves.”
“Antes não sabia tudo o que uma simples pilha podia causar.”
“Sim, pois o descarte incorreto pode afetar gravemente os ecossistemas… o mercúrio pode acabar com a vida de diversos animais.”

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Sobre a extensão e Sociedade, alguns estudantes disseram:

Quadro 9. Relato de estudante

“Projetos de extensão ajudam a aprender na prática e a melhorar a comunidade.”
“O projeto me ajudou a ver como as universidades públicas fazem diferença na sociedade.”
“Acho que os projetos de extensão são um meio de trazer o que é ensinado na faculdade para o mundo real.”

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Sobre a Prática *vs.* Teoria alguns estudantes disseram:

Quadro 10. Relato de estudante

“Ver as reações acontecendo e montar as pilhas fez com que a teoria ficasse mais fácil de entender.”
“Foi muito divertido fazer algo com as próprias mãos e sair da rotina.”
“A abordagem prática do projeto é extremamente enriquecedora em comparação com as aulas teóricas.”

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

A participação dos estudantes no projeto de extensão possibilitou uma

transformação na compreensão sobre eletroquímica, especialmente ao abordar de forma acessível conceitos como conversão de energia e reações de oxirredução. Muitos relataram que não tinham consciência dos riscos ambientais do descarte inadequado de pilhas e baterias, demonstrando o potencial do projeto em promover EA integrada à ciência.

Além disso, o contato com a universidade despertou curiosidade e interesse pelo conhecimento científico, reforçando a função social da extensão. A troca de saberes entre escola e universidade foi vista como uma experiência enriquecedora, capaz de motivar os estudantes a refletirem sobre a ciência no cotidiano.

Outro ponto importante foi a valorização da abordagem prática. A montagem de pilhas com materiais simples, como frutas e latinhas, trouxe vivência concreta aos conteúdos vistos na escola, o que permite que os estudantes compreendessem na prática o que antes parecia abstrato. Mesmo diante de desafios técnicos, a persistência em fazer os experimentos funcionarem contribuiu para consolidar o aprendizado.

As práticas experimentais desenvolvidas no projeto, como a construção de pilhas com materiais do cotidiano e a demonstração de processos eletroquímicos, contribuíram diretamente para a sensibilização dos estudantes em relação ao descarte adequado de pilhas e baterias. Esse tipo de abordagem encontra respaldo em outros relatos de experiência, como o do *Programa de Residência Pedagógica do IF Baiano - campus Guanambi* - onde atividades similares, envolvendo EA no ensino de Química, promoveram uma participação ativa e crítica dos alunos. As oficinas práticas e os debates realizados mostraram-se eficazes não apenas para a assimilação de conteúdos científicos, mas também para o desenvolvimento de uma consciência ambiental e de atitudes sustentáveis (Cardoso *et al*., 2024).

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou analisar as contribuições do ensino de eletroquímica a partir da implementação de um projeto de extensão no Ensino Médio. Os dados coletados por meio de questionários aplicados em 2023 e 2024, junto com observações de campo e aos relatos de participantes, mostraram resultados que evidenciam os impactos do projeto.

Constatou-se que, antes da intervenção, grande parte dos estudantes desconhecia práticas adequadas de descarte de pilhas e baterias, realizando esse procedimento no lixo comum. Após a realização das atividades, observou-se uma mudança de comportamento, com maior uso de pontos de coleta e maior reconhecimento dos riscos ambientais e à saúde. Esses achados confirmam que o projeto contribuiu de forma efetiva para a conscientização ambiental.

No aspecto pedagógico, a inserção de práticas experimentais aproximou a teoria da realidade dos estudantes, tornando os conceitos de eletroquímica um pouco mais interessantes. Relatos de alunos e professores destacaram que os experimentos despertaram curiosidade e favoreceram a compreensão de conteúdos.

Dessa forma, pode-se afirmar que o objetivo geral deste trabalho foi alcançado, uma vez que o projeto de extensão analisado demonstrou potencial para integrar ensino de eletroquímica, conscientização ambiental e formação cidadã no Ensino Médio. Ao mesmo tempo, os resultados apontam para a relevância da universidade pública como agente transformador, fortalecendo o vínculo entre a escola, a comunidade e a universidade.

Apesar dos avanços, ainda foram identificadas lacunas no entendimento sobre lixo eletrônico e reciclagem, indicando a necessidade de ações constantes que promovam esse tipo de discussões. Recomenda-se, portanto, a continuidade de projetos semelhantes em outras escolas, como forma de consolidar os resultados positivos observados e de fomentar uma educação científica crítica, contextualizada e socialmente comprometida.

7 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mileide Marques Silva de *et al.* Educação ambiental no ensino fundamental: uma abordagem interdisciplinar para a formação de cidadãos sustentáveis. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, p. e13898, dez. 2024.

ALVES, Bruna; MASSENA, Elisa. Educação Ambiental Crítica: o ensino de Química por meio de uma proposta de reconfiguração curricular. **Revista Ensin UFMS**, v. 5, p. 61–84, dez. 2024.

AMARAL, Cisnara Pires *et al.* Oportunizando a sustentabilidade e a saúde através de trilhas ecológicas orientadas – relato de experiência. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 28040–28048, 2019.

ANDRADE, João Carlos de. Química analítica básica. **Revista Chemkeys**, v. 1, p. e019002, ago. 2019.

ARAUJO, Maria *et al.* ELETROQUÍMICA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 7, p. 1478–1483, out. 2021.

ARAÚJO, Maria Cristina; BIANCHI, Vidica; BOFF, Eva Teresinha. Desenvolvimento de Currículo e Formação Docente no contexto da Educação Ambiental e Educação em Saúde. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, p. 291–307, ago. 2021.

ARAÚJO, Rodrigo; SOUZA, Viviane; NAVONI, Júlio. Desafios e perspectivas para a temática saúde ambiental na educação básica. **Vivências**, v. 20, p. 177–197, jul. 2024.

ARAUJO, Viviam; UCHÔA-FIGUEIREDO, Lúcia; SOARES CHRIGUER, Rosangela. As metodologias de aprendizagem ativas e participativas no estágio supervisionado de um curso de fonoaudiologia: uma análise do processo de ensino-aprendizagem. **Caderno Pedagógico**, v. 21, p. e3930–e3930, maio 2024.

AUSUBEL, David Paul. **Educational Psychology**. Holt, Rinehart and Winston, 1968.

BALDUINO, Ailton Leonel *et al.* Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Perspectivas para a integração da Educação Ambiental no currículo escolar. **LUMEN ET VIRTUS**, v. 15, p. 7140–7152, nov. 2024.

BARD, Allen J.; FAULKNER, Larry R. **Electrochemical methods fundamentals and applications.** John Wiley & Sons, 2001.

BARROCO, Isabelly *et al.* Impactos ambientais de metais pesados de pilhas na tríade água-ar-solo. **Revista Scientiarum Historia**, v. 1, p. 10–10, nov. 2018.

BOCKRIS, J. O'm; REDDY, Amulya K. N. **Modern electrochemistry. Vol. 2B, Electrodics in chemistry, engineering, biology, and environmental science**. Kluwer Academic/Plenum, 2000.

BOCKRIS, J. O'M.; REDDY, Amulya K. N. **Modern electrochemistry**. Kluwer Academic Publishers, 2002.

BONASSINA, Ana; KUROSHIMA, Katia Naomi. Educar para a sustentabilidade: um estudo de campo sobre os reflexos gerados pela educação sustentável. **e-Mosaicos**, v. 10, p. 21–42, jun. 2021.

BRANCO, Emerson Pereira; ZANATTA, Shalimar Calegari. BNCC e Reforma do Ensino Médio: implicações no ensino de Ciências e na formação do professor. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, p. 58–77, mar. 2021.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Diário Oficial da União, 1996. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9394.htm>

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Ministério da Educação, 2018. Disponível em: <https://basenacionalcomum.mec.gov.br/>

BRAUN, Gabriel. **Células Eletroquímicas**. Gabriel Braun, jul. 2024. Disponível em: <https://www.gpbraun.com/pdf/3K.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2025

BRETT, Christopher. Fundamentals of Electrochemistry. **Springer eBooks**, p. 223–239, out. 2008.

CALIXTO, Ana Isabel Santos; OLIVEIRA, Ana Marília Barbosa. Experiências de educação ambiental através da extensão universitária. **EntreAções:diálogos em extensão**, p. 31–44, 2022.

CAMPOS, Henrique *et al.* Curricularização da Extensão: dos desafios às potencialidades. **Apresentações Trabalhos Científicos**, out. 2023.

CAMPOS, Sebastião Melo. que a BNCC diz sobre a Educação Ambiental? **Revista Científica FESA**, v. 3, p. 28–39, ago. 2024.

CARDOSO TEIXEIRA SOUZA, Rayssa Millena *et al.* Educação Ambiental no contexto da química: um relato de experiência do programa residência pedagógica. **Cadernos Macambira**, v. 9, 2024.

CARMONA, João Lucas *et al.* Pilhas e Baterias: Relato Científico nas Principais Descobertas para a sua Formação. **AFísica na Escola**, v. 18, p. 23–29, 2020.

CASTRO, George *et al.* Desafios para o professor de ciências e matemática revelados pelo estudo da BNCC do ensino médio. v. 15, p. 1–32, jul. 2020.

CASTRO, Laurenia; SOBRAL DA SILVA MAIA, Jorge. Educação Ambiental crítica e formação de educadores: uma abordagem integrada para a sustentabilidade. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 19, p. 500–508, set. 2024.

CEDRAN, Débora Piai; CEDRAN, Jaime Costa; MICHELLAN, Maria. A importância da simbologia no ensino de Química e suas correlações com os aspectos macroscópicos e moleculares. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 9, p. 38–57, set. 2018.

COSTA, Jadsom Martins *et al.* Educação ambiental no correto descarte de pilhas e baterias. **Research, Society and Development**, v. 12, p. e10212138216, jan. 2023.

COSTA, Manoel dos Santos; ERICEIRA, Thiago Brandão; NUNES, Célia Barros. currículo de Matemática do Ensino Médio sob a luz da BNCC. **Revista Pesquisa e Debate em Educação**, v. 11, p. 1–19, jun. 2021.

COSTA, Mayra Cristina da Silva; PORTO, Paulo Alves. A pilha de Daniell: um estudo de caso histórico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, p. 1650–1673, dez. 2021.

CRISTÓFORO, Diogo Alonso. Eletroquímica na sala de aula: desafios de futuras professoras de química nos processos de ensino e aprendizagem. **Repositorio.ufu.br**, 2024.

CRUZ, Taniel; SILVA, Geilson; RODRIGUES, Hygor. **Aplicação de uma oficina temática a partir da identificação da percepção ambiental sobre o descarte de pilhas e baterias em Rio Negro-MS, BRASIL**.

DAMASCENO, Carlos Henrique *et al.* Abordagem sobre o descarte inadequado de lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias no ensino de ciências. **Revista Prática Docente**, v. 3, p. 492–505, dez. 2018.

DE SOUSA, Pedro Adjedan David; DE SOUSA FIGUEIREDO, Marcia; GOMES TORRES, Cícero Margérbio. **A educação orgânica como práxis da curricularização da extensão universitária: por uma etno-didática do pertencimento no ensino superior**. Realize Editora, 2024.

DEBYE, Peter Joseph; HÜCKEL, Erich. Zur Theorie der Elektrolyte. I. Gefrierpunkts¬erniedrigung und verwandte Erscheinungen. **Physikalische Zeitschrift**, v. 24, p. 185–206, 1923.

DEWEY, John. **Experience and Education**. Touchstone, 1938.

DÍAZ, NORA; SIHVENGER, JOÃO CARLOS. Capítulo 7 - Eletroquímica. *In*: Apostila de de química geral. Laboratório de Materiais, 2006. p. 216–217.

DORIGO, Adna Suelen *et al.* Projeto Primeiros Passos na Ciência: Rompendo barreiras sociais e estreitando laços entre a comunidade acadêmica e o Ensino Médio público. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, p. 47–59, mar. 2020.

DOS SANTOS, OSTÉLIA REGINA. **A gestão da escola básica brasileira e a prática pedagógica em Educação Ambiental com base na pedagogia de projetos: uma análise a partir da EMEIF São Tomé no município de Breves/Marajó/PA**. Dissertação de

mestrado.

ESPINOSA, Denise; TENORIO, Jorge. Reciclagem de baterias: análise da situação atual no Brasil. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, p. 14–20, 2019.

FAUST, MAÍRA. **o porquê de os professores de química utilizarem ou não o laboratório de química São José -SC 2014**. INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA, 2014.

FERNANDES, Alexandre Furtado *et al.* Curricularização da extensão. **Revista de Extensão Tecnológica**, v. 10, p. 220–243, dez. 2023.

FERREIRA, Adryele da Silva; GONÇALVES, Alécia Maria; SALGADO, Jeisa Tainara Schaefer. Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. **Scientia Naturalis**, v. 3, out. 2021.

FORTUNATO, Aléxia Batista; CASTRO, Bruna Manzani Leite de. A temática da eletroquímica sob a perspectiva das questões sociocientíficas. **licenciaturas no Brasil: Formação de professores e políticas públicas**, p. 148–156, dez. 2021.

FÓRUM DE PRÓ-REITORES DE EXTENSÃO DAS INSTITUIÇÕES PÚBLICAS DE EDUCAÇÃO SUPERIOR BRASILEIRAS. **Conceito de extensão, institucionalização e financiamento**, 1987.

FREINET, Célestin. **Método natural de ensino**. Editora Moderna, 1991.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Paz & Terra, 1996.

FURLAN, Ana Nery; SANTOS, Atos; DA SILVA, Carla. A perspectiva dos licenciandos de química sobre a extensão universitária. **Kiri-Kerê - Pesquisa em Ensino**, v. 1, maio 2024.

GAIA, Deiveson Sá *et al.* Geração e destinação de resíduos eletroeletrônicos: estudo de caso com discentes de informática e tecnologias. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 19, p. 251–271, fev. 2024.

GARIZADO, José; LIECHESKI, Adriane; SALGADO, José. A Educação Como Uma Ferramenta De Conscientização Ambiental. **Anais Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade**, maio 2023.

GOMES, Ederson Carlos; BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé. O ensino de eletricadade por aprendizagem baseada em projetos: contribuições da extensão universitária. **Vitruvian Cogitationes**, v. 3, p. 202–213, dez. 2022.

GOMES, Jacqueline Pereira; FERREIRA, Francisco. Descarte de pilhas como tema gerador no processo de ensino e aprendizagem Química na Educação de Jovens e Adultos. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 6, p. 65–79, maio 2023.

HIBBERT, D. Brynn. **Introduction to electrochemistry**. Palgrave HE UK, 1993.

IEIS, Anderson Cesar. Riscos socioambientais dos resíduos tecnológicos: uma análise do tema na legislação e suas implicações para a sociedade. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 7, dez. 2011.

JANKE, Rafaela Vogel Vieira *et al.* A eletroquímica como fonte de energia no cotidiano do ser humano. **Nature and Conservation**, v. 13, p. 67–76, abr. 2020.

JOSAN, Victor. **3d Illustration of Li-ion battery structure**. , 2019. Disponível em: <https://www.shutterstock.com/pt/image-illustration/3d-illustration-liion-battery-structure-industrial-1527766955?dd_referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

KEMERICH, Pedro *et al.* Impactos ambientais decorrentes da disposição inadequada de lixo eletrônico no solo. **ResearchGate**, v. 10, p. 208–219, 2013a.

KEMERICH, Pedro Daniel Da Cunha *et al.* Descarte indevido de pilhas e baterias: a percepção do problema no município de Frederico Westphalen - RS. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, jan. 2013b.

KHAN ACADEMY. **Reações de oxidação-redução (redox) (artigo)**. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/science/chemistry/chemical-reactions-stoichiome/types-of-chemical-reactions/a/oxidation-number>. Acesso em: 9 fev. 2025.

KIM, Jaejun. General Introduction. **Springer Theses**, p. 1–19, 2021.

KUMAR, R. Vasant; SARAKONSRI, Thapanee. Introduction to Electrochemical Cells. **High Energy Density Lithium Batteries**, p. 1–25, abr. 2010.

LAVACCHI, Alessandro; MILLER, Hamish; VIZZA, Francesco. A Bird's Eye View of Energy-Related Electrochemistry. **Nanostructure science and technology**, v. 170, p. 25–61, jan. 2013.

LIMA, Anna *et al.* Gestão de resíduos eletroeletrônicos e seus impactos na poluição ambiental. **Latin American Journal of Business Management**, v. 6, 2015.

LIMA, Luciene Maria do Nascimento; SILVA, Elizama Félix da; ALENCAR, Wallace Augusto Mesquita. O ensino de eletroquímica no ensino médio por investigação: uma abordagem à luz da aprendizagem cooperativa. **REVISTA FOCO**, v. 16, p. e3663–e3663, nov. 2023.

LOCATELLI, Tamiris. A Utilização de Tecnologias no Ensino da Química. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 04, p. 05–33, ago. 2018.

LOPES, Arivaldo; TEIXEIRA, Mauro Sérgio. Identificação de competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no ensino de física no ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, p. 94–113, ago. 2020.

MACEDO, Bruno Henrique; OLMEDO, Renata; SALGADO, Jose Ricardo. A Eletroquímica ao Alcance da Sociedade. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, p. 1–10, 2023.

MALONEY, Jessica. **Electrochemistry & the Basics of Redox Reactions**. Platypus Technologies, , nov. 2021. Disponível em: <https://www.platypustech.com/electrochemistry-the-basics-of-redox-reactions>. Acesso em: 9 fev. 2025

MANCHENHO DA SILVEIRA, Maria Eduarda; BATISTA, Tayara Thais; DA SILVA PAULA DE OLIVEIRA, Cristiane. Extensão universitária como estratégia para a Educação Ambiental. **Visão Acadêmica**, v. 25, abr. 2024.

MARKOVIC, Nenad M. The Renaissance of Electrochemistry. **La lettre du Collège de France**, p. 49–49, jul. 2018.

MARQUES, Melk Barbosa; BAKER, Elenia. **O descarte inadequado de pilhas e baterias usadas e os impactos socioambientais provocados pela ação do consumidor**.

MARQUES, Paloma; SANTOS, Ana Maria. Contribuições da curricularização da extensão na formação de professores. **INTERFACES DA EDUCAÇÃO**, v. 12, p. 922–946, jun. 2021.

MAVARA, José. O papel da educação ambiental na formação de cidadãos ecologicamente responsáveis: caso da iniciativa por um mundo + verde, Tete, Moçambique. **International Journal Semiarid**, v. 8, p. 282–295, maio 2025.

MICHAELIS. **Sociedade | Michaelis On-Line**. 2016. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/sociedade>. Acesso em: 26 mar. 2025.

MONROE, Don. Building a better battery. **MRS Bulletin**, v. 45, p. 246–247, mar. 2020.

MONTEIRO, Gabriele; EVANGELISTA GARRETO, Maria. O ensino de química em escolas públicas a partir da extensão universitária. **Infinitum Revista Multidisciplinar**, p. 69–83, out. 2023.

MORAES, Nelson Russo de *et al.* Interdisciplinaridade, criticidade e formação socioambiental na universidade. **Revista Observatório**, v. 5, p. 890–905, ago. 2019.

MOSSI, Caroline Silverio; VINHOLI JÚNIOR, Airton José. O uso de mapas conceituais como estratégia de aprendizagem significativa no ensino de Química. **Acta Scientiarum. Education**, v. 44, p. e53210, maio 2022.

MOZER, Rodrigo Henrique *et al.* A Curricularização da Extensão e as Ações no Território: Relato de uma Vivência na Formação de Professores de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 10, p. 21–33, dez. 2024.

MUNIN DE SÁ, Maria; BORGES, Sandra; MAGERA, Márcio. A importância do projeto de extensão e o impacto que ele tem no processo formativo dos estudantes universitários.

Revista Científica Acertte, v. 2, p. e2365–e2365, mar. 2022.

MUÑOZ, María José; MARTÍNEZ, Elizabeth. Introduction to Batteries. **SpringerBriefs in applied sciences and technology**, p. 1–8, jan. 2018.

OLDHAM, Keith B.; MYLAND, Jan C.; BOND, Alan M. **Electrochemical Science and Technology**. Monash University, 2011.

OLIVEIRA, Daniele; CHAVES, Taniamara. Um estudo sobre a base nacional comum curricular (BNCC) a partir dos pressupostos teóricos da abordagem ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA). **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**, v. 5, p. 631–656, dez. 2021.

OLIVEIRA, Raphaela *et al.* histórias em quadrinhos na Educação Ambiental: uma proposta de alfabetização científica utilizando conceitos de eletroquímica. **Editora Científica Digital eBooks**, p. 87–114, jan. 2020.

PACHECO, José. **Aprender em comunidade**. Edições SM, 2014.

PACHECO, Rafael Durant *et al.* Impactos da Educação Ambiental na formação e conscientização de educandos. **REVISTA FOCO**, v. 17, p. e6712, out. 2024.

PEREIRA, Ademir; MARQUES, Adriana. A experiência extensionista no estágio supervisionado de química: o projeto de integração escolar. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 10, p. 131–139, out. 2019.

PERRY, M. L.; FULLER, T. F. A Historical Perspective of Fuel Cell Technology in the 20th Century. **Journal of The Electrochemical Society**, v. 149, p. S59, 2002.

RABELO, Alexya Heller Nogueira *et al.* A Fragmentação das Ciências Químicas na BNCC: Uma Análise do Currículo Formativo no Ensino Médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 10, p. 22–38, set. 2024.

REIS, Gabriela Lígia *et al.* **A relevância da integração entre universidades e escolas: um estudo de caso de atividades extensionistas em robótica educacional voltadas para rede pública de ensino**.

RIBEIRO, Cleide Thatiane *et al.* Metodologias ativas: o aluno como protagonista do próprio aprendizado. **Missioneira**, v. 26, p. 13–23, abr. 2024.

RODRIGUES, F. I. L. *et al.* **Práticas experimentais de eletroquímica no ensino de química: aplicadas com alunos do ensino médio de uma escola profissional do município de Tauá**. ABQ - Associação Brasileira de Química, 2016.

RODRIGUES, Marcos Antonio; DE MORAES, Mariuce Campos; PEREIRA, Nilbea Soares. Educação do Campo e ensino de Química: experiências em escola do campo de Mato

Grosso. **Revista Brasileira de Educação do Campo**, v. 5, p. e6863, mar. 2020.

SALGADO, Jose Ricardo. **Universidade e Sociedade - O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes - Eletroquímica ao alcance de toda sociedade**, 2016.

SANT'ANNA, Marcio; OLIFIERS, Natalie; AMENDOEIRA NAMEN, Anderson. **Acesso à informação e consciência ambiental da população do bairro Tijuca, Rio de Janeiro: Influência em ações ligadas à logística reversa**.

SARMA, D. D.; SHUKLA, A. K. Building Better Batteries: A Travel Back in Time. **ACS Energy Letters**, v. 3, p. 2841–2845, nov. 2018.

SAVIANI, Dermeval. **História das ideias pedagógicas no Brasil**. EDITORA AUTORES ASSOCIADOS, 2008.

SEQUEIRA, C. A. C.; SANTOS, D. M. F. Electrochemical routes for industrial synthesis. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, p. 387–406, 2009.

SILVA, Alex Sandro Da. A Educação Ambiental na educação de jovens e adultos. **Anais do II Congresso Brasileiro de Educação a Distância On-line**, abr. 2022.

SILVA, Elio de Angeles Nicole da *et al.* Jogando com a química: um instrumento de aprendizagem no ensino da eletroquímica. **Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 5, mar. 2019.

SILVA, Eliane Giselle; ROYER, Marcia Regina; CALEGARI ZANATTA, Shalimar. Educação Ambiental no ensino de química: revisão de práticas didático-pedagógicas sobre pilhas e baterias no ensino médio. **REDEQUIM**, v. 08, jun. 2022.

SILVA, Gleice Quelle; FERREIRA, Rosilda Arruda; LACERDA, Olivia. Base Nacional Comum Curricular: Interdisciplinaridade nas competências e habilidades da área de ciências da natureza e suas tecnologias. **LUMEN ET VIRTUS**, v. 16, p. 1987–2005, mar. 2025.

SILVA, Maryana *et al.* Metodologias Alternativas no Ensino de Química: Ensinando Eletroquímica Utilizando Materiais do Dia a Dia. **Revista Processos Químicos**, v. 18, p. 121–127, abr. 2024.

SILVA, Sarah Grigório. **As principais dificuldades na aprendizagem de química na visão dos alunos do ensino médio**. IX Congresso de iniciação do IFRN, 2013.

SILVEIRA, Leonardo; VIEIRA, Gustavo; CLEMENTINO, Pedro. Percepção do uso e descarte de pilhas e baterias. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 17, maio 2024.

SOTO, Pablo Colofatti; BERTOTI, Allan Fernando Santinon; CIRINO, Marcelo Maia. Aplicação de uma Sequência Didática sobre eletroquímica com abordagem CTSA. **Revista Contemporânea**, v. 4, p. e4031, maio 2024.

SOUZA, Alessandra; DA SILVA, Cristina; DA COSTA, Tatiani. Ações de extensão no ensino médio: química verde e desenvolvimento sustentável. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, p. 6834–6844, jan. 2019.

SOUZA, Alexandra Geronimo Lopes; CARDOSO, Sheila Pressentin. Ensino, aprendizagem e o ambiente escolar na abordagem de conceitos de química. **Research, Society and Development**, v. 8, p. e038111426, ago. 2019.

SOUZA, Henrique; LEITE, Danielle. Articulações entre temas socioambientais e Ensino de Física propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 42, p. 364–384, abr. 2025.

SOUZA, Margarida *et al.* Química nos anos finais do ensino fundamental: do cotidiano escolar à experimentação na universidade. **Revista ELO – Diálogos em Extensão**, v. 14, abr. 2025.

SURAT, P. **History of Electrochemistry**. News-Medical.net, jan. 2019. Disponível em: <https://www.news-medical.net/life-sciences/History-of-Electrochemistry.aspx>

TAVARES, Laura. **Estrutura Universitária da Extensão. Projetos, prestação de serviços e a chancela institucional**.

TOMAN, Iulie. Protagonismo estudantil em projetos de ação discente. **COGNITIONIS Scientific Journal**, v. 5, ago. 2022.

VANARSDALE, Eric *et al.* Redox Electrochemistry to Interrogate and Control Biomolecular Communication. **iScience**, v. 23, p. 101545, set. 2020.

VIJH, Ashok K. Electrochemistry, power sources and energy science. **Journal of Power Sources**, v. 5, p. 145–172, jan. 1980.

VITORINO, Silva; GARCEZ, Daniel; CHACON, Eluzir Pedrazzi. A corrosão como tema em uma oficina para o ensino-aprendizagem de reações redox. **Thema/Revista Thema**, v. 22, p. 265–282, jun. 2023.

WALIA, Suresh. Correlation between EMF and Gibbs Free Energy, and the Relative Concentration of Electrolytes in a Concentration Cell. **International Research Journal of Pure and Applied Chemistry**, v. 24, p. 111–121, set. 2023.

WAN, Gang *et al.* Defect-Driven Oxide Transformations and the Electrochemical Interphase.

Accounts of Chemical Research, v. 54, p. 3039–3049, jul. 2021.

WESTBROEK, P. Fundamentals of electrochemistry. **Analytical Electrochemistry in Textiles**, p. 3–36, 2005.

ZANONI, Maria *et al.* Panorama da eletroquímica e eletroanalítica no Brasil. **Química Nova**, v. 40, 2017.

ZHAO, Weifeng; ZHAO, Changsheng. Development of Redox-Responsive Membranes for Biomedical Applications. **CRC Press eBooks**, p. 575–590, ago. 2018.

APÊNDICES

Apêndice A: questionário aplicado em 2023

A seguir, estão as perguntas do formulário aplicado aos estudantes do 2º ano do ensino médio no ano de 2023, durante o projeto de extensão sobre eletroquímica.

1. Como você costumava descartar pilhas e baterias usadas antes da introdução da nossa extensão na sua escola, já conhecia algum ponto de coleta?

2. Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas?

3. Antes da extensão, você sabia da importância de descartar corretamente pilhas e baterias usadas?

4. Você sabia quais substâncias perigosas poderiam estar presentes nas pilhas e baterias antes da extensão, e quais problemas elas poderiam causar ao meio ambiente?

5. Antes da introdução da extensão, você já tinha participado de alguma campanha de coleta de pilhas e baterias na escola ou na comunidade?

6. Depois da introdução da educação ambiental sobre pilhas e baterias, como você passou a descartar esses materiais?

7. Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas agora?

8. Após a extensão, o que você aprendeu sobre a importância do descarte adequado de pilhas e baterias?

9. Você sabe agora quais substâncias perigosas podem estar presentes nas pilhas e baterias?

10. Depois da extensão, você participou de alguma campanha de coleta de pilhas e baterias na escola ou na comunidade?

Apêndice B: questionário aplicado em 2024

1. Você sabe qual é a função das pilhas e bateria? Elas são consideradas um lixo eletrônico? Você sabe o que é um lixo eletrônico?

2. Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas?

3. Você sabe se as baterias e pilhas contêm materiais perigosos para a saúde humana e o meio ambiente?

4. Você tem conhecimento sobre os possíveis efeitos do Chumbo (Pb) presente em algumas baterias e pilhas no desenvolvimento infantil?

5. Você sabe se a exposição a certos componentes das baterias e pilhas pode aumentar o risco de desenvolver câncer, cite se souber?

6. Você sabe quais os componentes das pilhas e baterias podem ser reciclados?

7. Qual é a forma mais segura e adequada de descartar baterias e pilhas usadas?

8. Já participou de alguma ação ambiental que envolve pilhas e baterias na sua comunidade?

9. Quais são as suas expectativas referentes a ação de extensão Universidade e Sociedade — O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes — Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade?

10. Você considera importante tomar medidas para informar a comunidade sobre os riscos para a saúde associados ao manejo inadequado de baterias e pilhas?

Apêndice C: exemplo de roteiro atividade prática

Exemplo de roteiro de aula experimental.

Pilha de Batata

Imagine contar a seus amigos sobre seu mais recente projeto de ciências: usar uma bateria para acender uma luz. Você pode receber alguns olhares vazios... parece um pouco chato e básico, certo? Agora diga a eles que você fará isso com uma batata! Sim, você pode realmente usar frutas e vegetais como parte de uma fonte de energia elétrica!

As baterias alimentam muitas coisas ao seu redor, incluindo telefones celulares, controladores de videogame sem fio e detectores de fumaça. Neste projeto de ciências, você aprenderá sobre os fundamentos da ciência da bateria e usará batatas para fazer uma bateria simples para alimentar uma pequena luz e uma campainha.

As baterias são recipientes que armazenam energia, que pode ser usada para produzir eletricidade. Este método de armazenamento de energia nos permite fazer dispositivos eletrônicos portáteis (imagine que dor seria se tudo tivesse que ser conectado a uma tomada para funcionar!). Existem muitos tipos de baterias, mas todas dependem de algum tipo de reação química para gerar eletricidade. A reação química ocorre normalmente entre dois pedaços de metal, chamados eletrodos, e um líquido ou pasta, chamado eletrólito. Acontece que a umidade numa batata funciona muito bem como um eletrólito, então você só precisa adicionar alguns eletrodos de metal a uma batata e você tem uma bateria! Embora você não precise entender os detalhes da reação química para fazer este projeto, ela é explicada na nota técnica no final desta introdução.

Em seguida, você precisa entender alguns conceitos básicos sobre eletricidade. O fluxo de eletricidade é chamado de corrente elétrica, medido em uma unidade chamada ampères (A) (também chamado de ampères para abreviar). A tensão medida em volts (V) é o que impulsiona a corrente elétrica através dos fios. Finalmente, a resistência elétrica, medida em ohms (Ω)(a letra grega maiúscula Ômega) é uma medida de quão difícil é para a eletricidade fluir por meio de um determinado material. Uma analogia comum para a eletricidade é imaginar a água fluindo por um cano. A quantidade de água que flui é como a corrente. A pressão empurrando a água é como a voltagem. A resistência é como o tamanho do cano - é mais difícil espremer muita água rapidamente por um cano muito pequeno do que por um cano grande. Isso parece muito para lembrar? A Tabela 1 resume a tensão, corrente e resistência.

Quantidade	Unidade	Descrição
Atual	Ampère (A)	O "fluxo" de eletricidade
Tensão	Volt (V)	A "pressão" que faz a eletricidade fluir
Resistência	Ohm (Ω)	Quão difícil é para a eletricidade fluir através de algo

Tabela 1. Resumo dos termos elétricos básicos.

Um circuito elétrico é um caminho através do qual a eletricidade pode fluir. Os circuitos podem ser muito complexos, com milhões e milhões de componentes (como os que estão dentro do seu computador), ou muito simples, com apenas dois componentes, como uma bateria e uma lâmpada. Este projeto se concentrará em circuitos simples alimentados por bateria. Em geral, uma bateria fornece uma certa tensão a um circuito. Quanta corrente é extraída da bateria depende da carga ou do que a bateria está conectada.

As baterias têm terminais positivos e negativos. Para a eletricidade fluir em um circuito alimentado por bateria, deve haver um caminho completo do terminal positivo, através da carga e de volta ao terminal negativo. Isso é chamado de circuito fechado. Se o caminho for interrompido (por exemplo, se um fio for desconectado), a eletricidade não poderá fluir. Isso é chamado de circuito aberto. Finalmente, se houver um caminho direto do terminal positivo para o negativo, isso é chamado de curto-circuito. Os curtos-circuitos são ruins porque podem fazer com que as baterias descarreguem muito rapidamente e superaqueçam (felizmente, as baterias de batata podem fornecer apenas uma pequena quantidade de corrente), portanto, os curtos-circuitos neste experimento não são perigosos). A Figura 1 mostra diagramas de circuitos abertos, fechados e curtos.

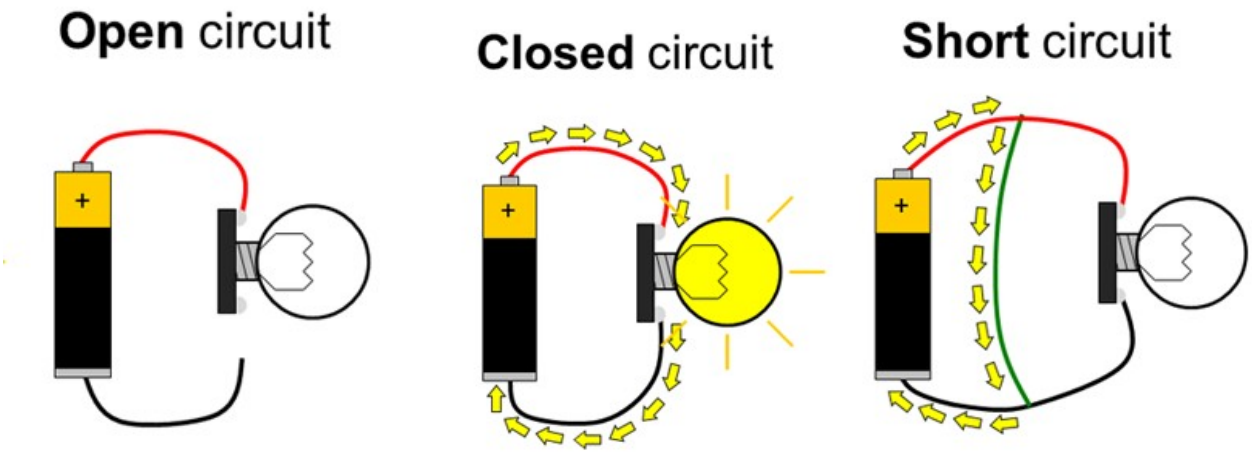


Figura 1. Circuitos fechados, abertos e curtos. A corrente elétrica é representada pelas setas amarelas. No circuito aberto, nenhuma corrente flui. No circuito fechado, a corrente flui através da lâmpada, fazendo com que ela acenda. No curto-circuito, a corrente flui diretamente entre os terminais da bateria, contornando a lâmpada, para que ela não acenda.

E os circuitos que têm mais do que apenas uma única bateria? Você provavelmente já usou muitos dispositivos que requerem duas ou mais baterias, como brinquedos ou controles remotos. Várias baterias podem ser conectadas de duas maneiras diferentes: em série ou em paralelo. Quando várias baterias são conectadas em série, o terminal positivo de uma bateria é conectado ao terminal negativo da próxima bateria (e isso se repete se houver mais de duas baterias). Quando as baterias são conectadas em paralelo, todos os terminais positivos da bateria são conectados juntos e todos os terminais negativos da bateria são conectados juntos. Essas duas configurações são mostradas na Figura 2.

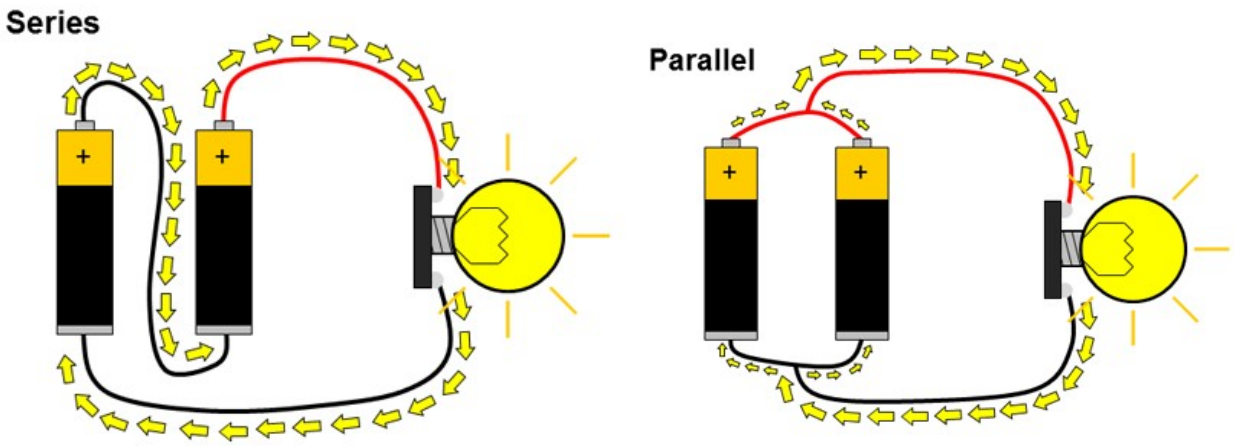


Figura 2. Baterias conectadas em série e paralelo. A corrente elétrica é representada pelas setas amarelas.

Então, por que você escolheria um método em detrimento do outro? A quantidade de tensão e corrente que pode ser fornecida por várias baterias muda dependendo se você as conecta em série ou em paralelo, e certos dispositivos eletrônicos podem exigir uma certa quantidade de tensão ou corrente. Por exemplo, você já notou como um pequeno dispositivo como um controle remoto de TV ou um mouse de computador pode exigir apenas duas pilhas AAA, mas um brinquedo ou lanterna maior pode exigir quatro ou mais pilhas AA? Isso ocorre porque cada dispositivo tem requisitos elétricos diferentes para funcionar corretamente.

Você pode medir quanta tensão ou corrente um certo número de baterias pode fornecer determinando a tensão de circuito aberto e a corrente de curto-circuito das baterias. A tensão de circuito aberto de uma bateria é a tensão nos terminais de uma bateria quando ela não está conectada a nada. Esta é a tensão mais alta que uma bateria pode fornecer (a tensão cairá ligeiramente quando a bateria estiver conectada a uma carga). A corrente de curto-circuito é a corrente quando os terminais da bateria estão em curto. Esta é a corrente mais alta que a bateria pode fornecer (a corrente também cairá quando a bateria estiver conectada a uma carga). Como exatamente a tensão e a corrente mudam quando suas baterias (batatas) são configuradas em série ou em paralelo? Neste projeto, um dispositivo que pode medir circuitos elétricos, para descobrir.

Nota Técnica: Química da Bateria

Em uma bateria, a energia química é convertida em energia elétrica. Em geral, a corrente elétrica consiste no fluxo de elétrons, que são partículas carregadas negativamente. Em uma bateria de batata, a energia elétrica é gerada por duas reações químicas que acontecem nos eletrodos (as tiras metálicas de cobre e zinco). Como o cobre é mais eletronegativo do que o zinco, ele tende a atrair elétrons mais facilmente do que o zinco. Portanto, os elétrons em uma bateria de batata fluirão do eletrodo de zinco, o ânodo, para o eletrodo de cobre, o cátodo. Mas de onde vêm esses elétrons? Os elétrons são derivados do metal zinco. Quando o zinco está em contato com o eletrólito, ocorre a seguinte reação de oxidação que resulta na liberação de elétrons:

Equação 1 (eletrodo de zinco):

$$Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^{-}$$

Enquanto o zinco se liga ao eletrólito como um íon positivo (Zn^{2+}), os elétrons fluem pelo fio que conecta os eletrodos (a Figura 3 mostra um LED conectado entre os eletrodos, mas como você verá no procedimento, isso também pode ser um multímetro

ou um buzzer). Aqui, átomos de hidrogênio carregados positivamente, ou prótons (H^+), que se originam de ácidos na batata (ácido fosfórico e ácidos orgânicos), se acumulam à medida que são atraídos pela carga negativa criada pelos elétrons excedentes no eletrodo de cobre. Esses prótons absorvem os elétrons do eletrodo de cobre em uma reação de redução para se tornarem átomos de hidrogênio neutros e subsequentemente formar gás hidrogênio (H_2) que você pode ver como bolhas evoluindo ao redor do eletrodo de cobre:

Equação 2 (eletrodo de cobre):

$$2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$$

Equação 3 (reação líquida):

$$Zn + 2H^+ \rightarrow Zn^{2+} + H_2$$

(Gás hidrogênio e eletricidade)

Observe que a própria batata não é a única fonte de energia para a bateria, mas funciona como um eletrólito para facilitar o transporte de íons relevantes, como cátions de zinco e prótons que se originam de ácidos orgânicos e ácido fosfórico presentes no interior da batata.

- Quais são as partes básicas de uma bateria? Como as baterias geram corrente elétrica?
- O que é corrente elétrica? Qual é a sua unidade de medida?
- O que é tensão elétrica? Qual é a sua unidade de medida?
- O que é resistência elétrica? Qual é a sua unidade de medida?
- Quais são as diferenças entre circuitos abertos, fechados e curtos?
- Como o fluxo de eletricidade é semelhante ao fluxo de água?
- Se uma bateria de vegetais ou frutas não for suficiente para alimentar uma campainha, o que você poderia fazer para resolver o problema?

Materiais

Eletrodos de cobre (3)	Batatas (3)
Eletrodos de zinco (3)	Toalhas de papel para limpeza enquanto prepara as batatas
Cabos tipo jacaré (6)	Caderno de laboratório
Multímetro digital com cabos de teste campainha piezoelétrica	
Diodo emissor de luz vermelha (LED) (3)	

Apêndice D: imagens de portadas, apresentações, e documentos criados por mim.

Figura D 1 - Apresentação sobre a problemática ambiental das pilhas e baterias, usando exemplos reais, de um reporte jornalístico.

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura D 2 - Apresentação sobre a estrutura de pilha e bateria, e como pode ser montada com materiais acessíveis

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura D 3. *Apresentação do projeto de extensão, da UNILA e os cursos ofertados por ela*

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura D 4 - Apresentação de algumas problemáticas ambientais atreladas ao consumo e descarte inadequado de pilhas e baterias

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura D 5 - Folheto, foi impresso para seu uso, durante a feira da criatividade da escola

Fonte: Autoria própria (2025)

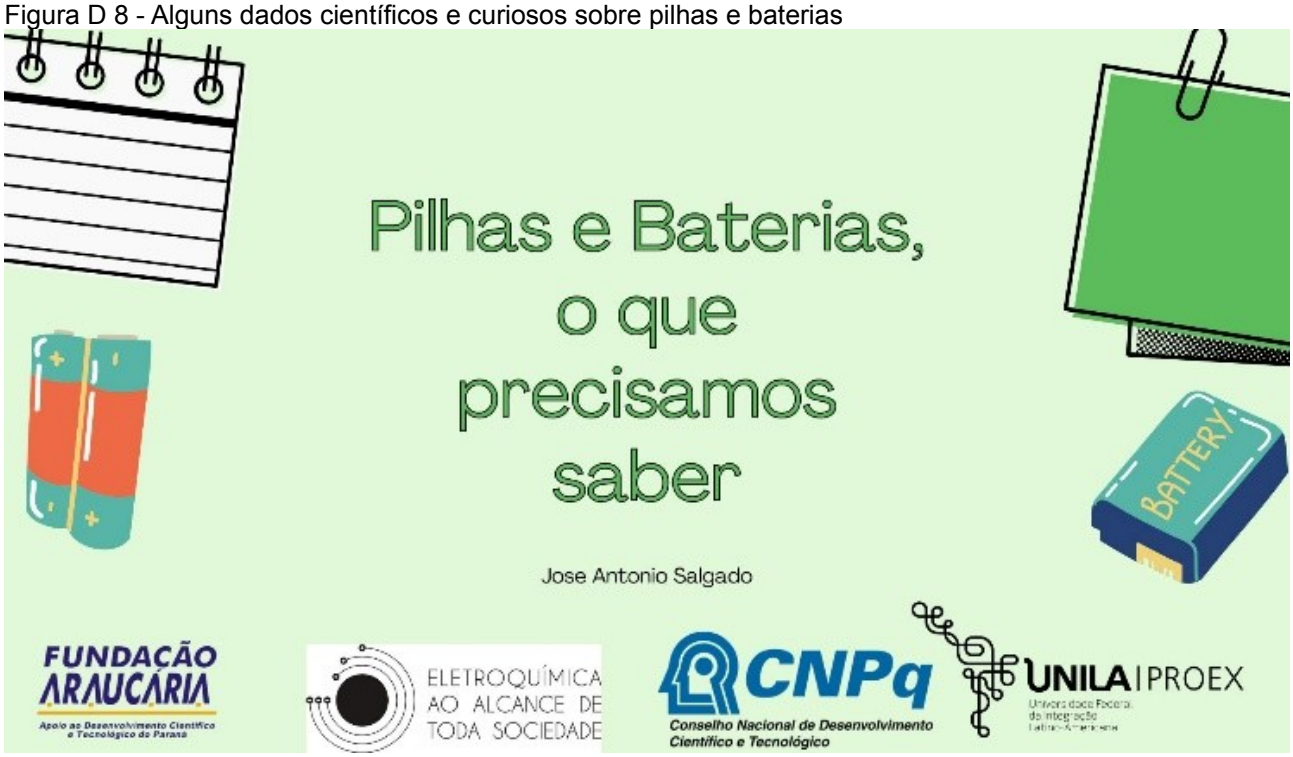
Figura D 6 - Apresentação sobre a história da eletroquímica

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura D 7 - Apresentação sobre os princípios atrás do funcionamento de pilhas e baterias

Fonte: Autor própria (2025)

Figura D 8 - Alguns dados científicos e curiosos sobre pilhas e baterias



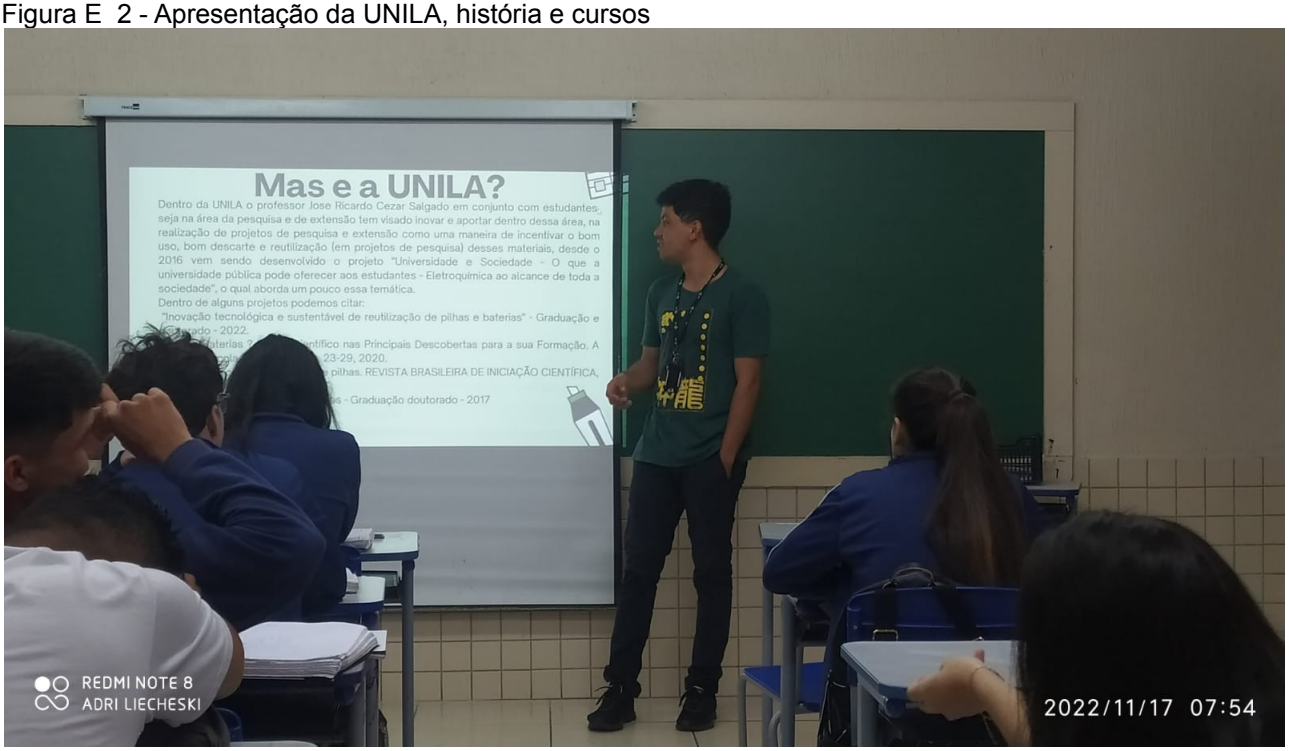
Fonte: Autoria própria (2025)

Apêndice E: registros fotográficos

Figura E 1 - Caixa com primeiro ponto de coleta de pilhas de baterias

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 2 - Apresentação da UNILA, história e cursos



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 3 - Participação de um evento, funcionamento de um relógio com laranjas e batatas

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 4 - Apresentação-aula experimental sobre eletrólise da água

Fuente: Autoria própria (2025)

Figura E 5 - Apresentação sobre alguns elementos químicos que são usados nas pilhas e baterias, e experimento queima de uma palha de aço com uma bateria

Fonte: Autoria própria (2025)

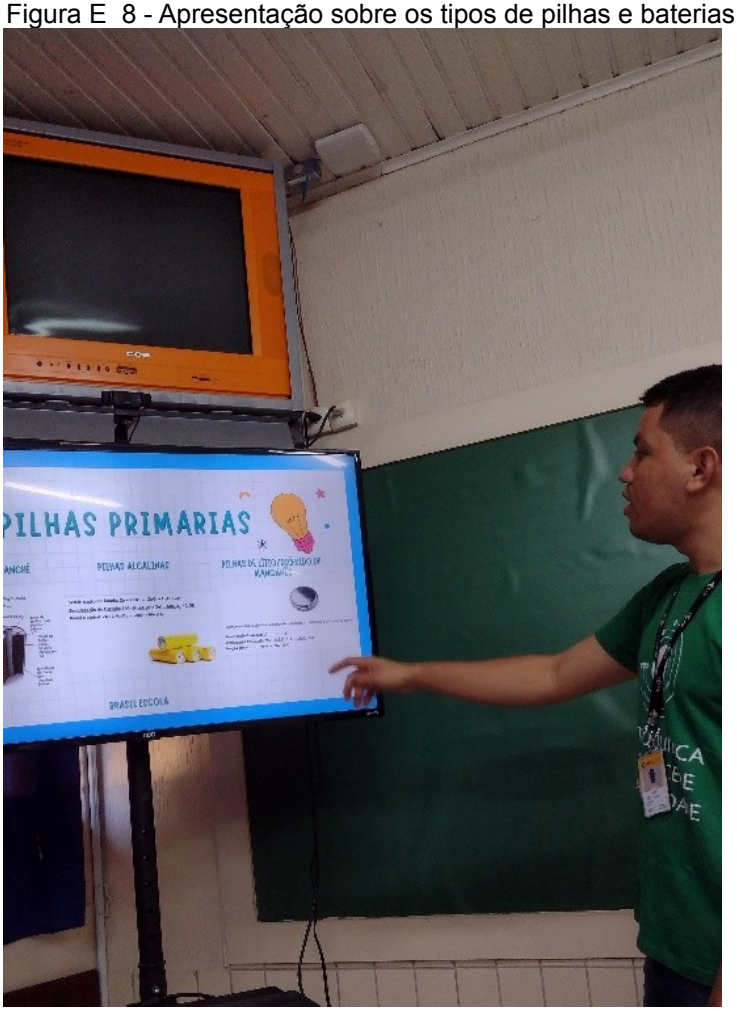
Figura E 6 – Area de apresentação da temática pilhas e baterias na semana da criatividade

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 7 - Apresentação na amostra da criatividade por um estudante, e auxílio do bolsista

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 8 - Apresentação sobre os tipos de pilhas e baterias



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 9 - Montagem de um eletroímã

Fonte: Autoria própria (2025)

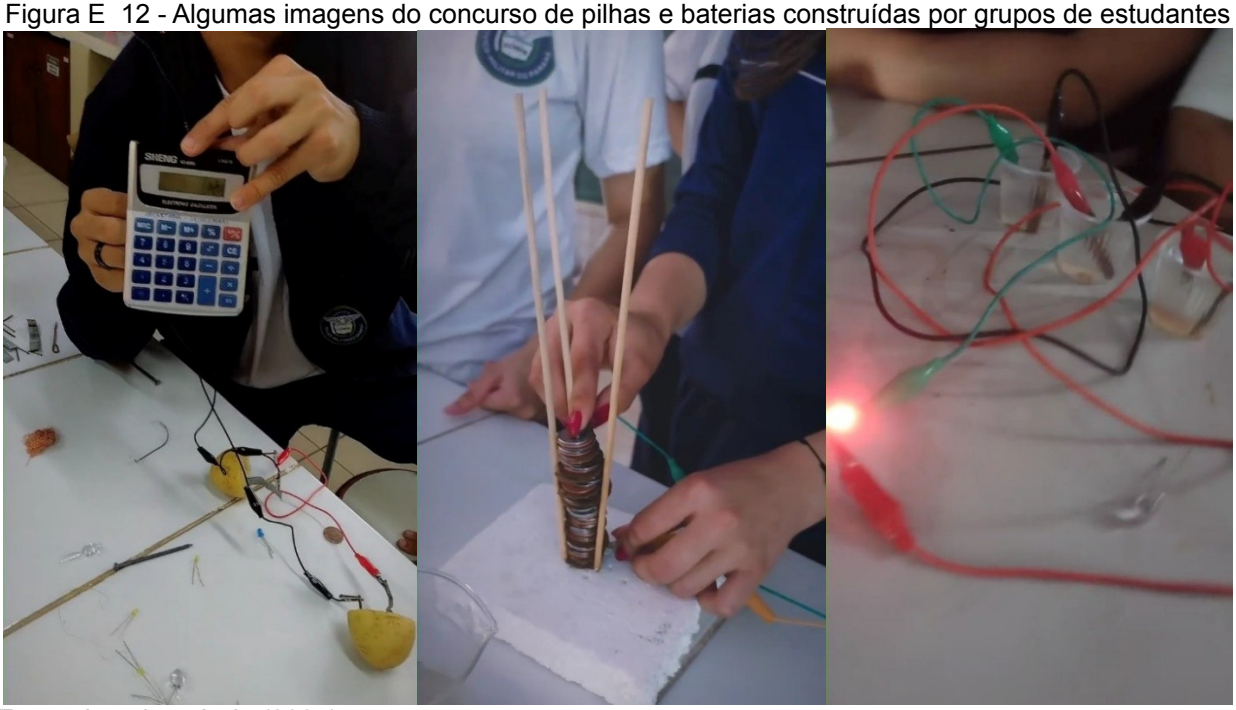
Figura E 10 - Apresentação da Biblioteca UNILA, Itaipu Parquetec, durante a visita técnica

Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 11 - Explicando o impacto do descarte inadequado de pilhas e baterias, a reciclagem e a economia circular se reciclar pilhas e baterias

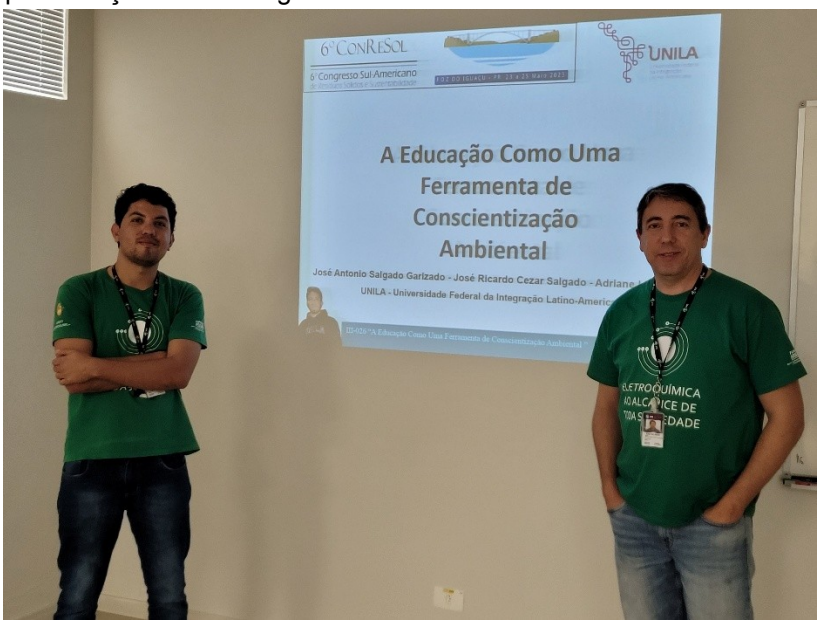
Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 12 - Algumas imagens do concurso de pilhas e baterias construídas por grupos de estudantes



Fonte: Autoria própria (2025)

Figura E 13 - Apresentação no 6º Congresso Sul-americano de resíduos sólidos e Sustentabilidade



Fonte: Autoria própria (2025)

ANEXOS

Anexo A: depoimentos da professora e das mestrandas.

Quadro A 1 – relato da professora

Oi, José. Participar do projeto das pilhas nesses dois anos eu considero muito positivo, pois os alunos tiveram a oportunidade de ter contato diretamente e saber que existe a UNILA, além do mais a entender melhor o conteúdo de eletroquímica, bem como também a participação ativa nos processos tanto de experimentos, quanto no histórico da química, o funcionamento das pilhas. Além do mais, eles puderam participar do concurso onde se envolveram ativamente, devido a prevenção também e justamente porque seria um desafio para eles realizar essa atividade entre grupos. Os alunos puderam entender melhor o que é um cátodo, o que é um ânodo, a transferência de elétrons, as reações que ocorrem. Além do mais, nos experimentos, conseguiram ver o processo de eletrólise, quando foram desafiados a fazer o experimento com lápis, usando como eletrodo. E eles puderam perceber a eletrólise da água, perceber os gases que saem, tanto o hidrogênio quanto o oxigênio. E também puderam se conscientizar ambientalmente sobre a importância de recolher pilhas e baterias. Então, até a comunidade escolar começou a se movimentar. Inclusive, um dos policiais do Colégio Cívico-Militar fazia essa campanha e falava para os alunos que deveriam coletar as pilhas e ser colocados naquele depósito que foi colocado na escola. Então, de uma forma geral, os alunos realmente ganharam muito, inclusive, tanto no aprendizado, e também as aulas se tornaram muito mais dinâmicas. Quanto à visita técnica, eu acredito que os alunos terem a experiência de entrar numa universidade de tanta importância, que é a UNILA, para a Foz do Iguaçu e para a América Latina, e ter o contato também com a biblioteca, com os laboratórios, eu acredito que faz com que os alunos se interessem ainda mais pelo estudo científico, bem como também outras áreas que possam cursar na universidade. Então, essa parceria entre escola, universidade e esse projeto de extensão, com certeza, auxilia muito para a comunidade em geral estar trabalhando de uma forma horizontal, não somente vertical, mas também horizontal, onde os alunos também possam estar em contato direto com a universidade, seja através do aluno de extensão, pesquisador, quanto os professores da extensão. E aí, quando se traz para o concurso de pilhas outros professores, os alunos se sentem, então, muito importantes por estar participando desse concurso, em uma forma ativa e com valorização, inclusive, dos professores que elogiaram seus trabalhos, professores da universidade e que estavam como jurados.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro A 2 – Relato de uma mestranda

Então, a minha experiência ali na extensão foi de me sentir como se eu conseguisse levar para os estudantes o conhecimento. Principalmente o acesso à informação. Informações que eles não tinham acesso. E também, principalmente, o conhecimento da universidade, como é que é, as oportunidades que eles têm, que muitas vezes eles não sabiam, principalmente como o jovem que está ali para definir o futuro, sabendo as oportunidades que eles tem para poder tentar entrar na universidade, saber que ele pode ter auxílios e tudo mais. Isso foi muito legal, porque a gente meio que conseguiu abrir um pouco os horizontes deles. E, principalmente, além de fazer eles serem conectados, que foi uma coisa que muitas vezes parece muito complexa ali na disciplina, principalmente na físico-química, a gente deixou isso mais acessível.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro A 3 – Relato de uma mestranda

Foi uma experiência muito legal participar dessa atividade com os alunos da escola pública. Eu adorei ver o quanto eles estavam empolgados, curiosos e realmente dispostos a colocar a mão na massa. Era uma atividade de eletroquímica, e eles tinham que montar uma pilha com materiais simples, tipo batata, limão... e mesmo sendo algo do cotidiano, eles se jogaram na ideia e levaram super a sério. Estar ali, avaliando os grupos, trocando ideia com eles e vendo o brilho no olhar de quem está descobrindo algo novo, foi incrível. Me fez lembrar o quanto a universidade pode — e deve — estar próxima da escola pública. A gente tem tanta coisa legal na universidade, tanto conhecimento e oportunidade, e ver isso sendo levado até eles de forma leve e divertida foi especial. Acho que esse tipo de atividade mostra que a universidade não é um lugar distante ou impossível. Pelo contrário, é um espaço que pode (e precisa) ser acessível, acolhedor e inspirador pra todos, especialmente pra quem vem da escola pública. Me senti feliz de fazer parte disso.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro A 4 - relato de uma mestranda

Achei a ideia do concurso de pilhas bem inovadora no contexto escolar por possibilitar os alunos do ensino médio a planejar , testar , investigar e elaborar modelos diferenciado para o estudo de eletroquímica com o uso das pilhas . Por meIo dessa estratégia percebi que o concurso contribui de forma a trabalhar habilidades e competências do trabalho em grupo .

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Anexo B: relatos de estudantes

Quadro B 1 – Relato de estudante

Sem dúvidas esse projeto foi um dos mais legais desse ano, espero que os alunos dos próximos anos consigam ter uma experiência tão divertida, os “jurados” eram muito simpáticos e até nos ajudavam nas apresentações, todas as meninas do meu grupo participaram igualmente, e eu adorei o prêmio, uso todo dia a caneca. graças a esse trabalho fiquei até em dúvida se eu vou cursar o curso que eu quero ou se vou cursar química hahaha.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro B 2 - Relato de estudante

Fiquei bastante feliz que minha pilha por mais simples que foze foi capaz de acender uma lâmpada, com minha persistência consegui sozinha criar uma pilha simples com limões e clipes, fazendo tudo sozinha.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro B 3 – Relato de estudante

Fiquei bastante feliz que minha pilha por mais simples que foze foi capaz de acender uma lâmpada, com minha persistência consegui sozinha criar uma pilha simples com limões e clipes, fazendo tudo sozinha.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro B 4 - Relato de estudante

Enfrentei diversos desafios com as minhas amigas na produção, pois nunca fizemos uma pilha anteriormente, mas com ajuda da professora Adriane e de vídeos na youtube conseguimos confeccionar. Inicialmente tentamos usar materiais como moeda, limão e etc, mas só conseguimos realmente fazer a pinha ter mais volts usando os materiais certos, fio de náilon, latinhas, sal… Com a construção da pilha consegui aprender mais sobre eletroquímica e um pouco mais do efeito que junção de diversos itens causa. Gostei muito de construir a pilha, apesar das dificuldades, e não duvido que usarei esses ensinamentos futuramente.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro B 5 - Relato de estudante

A voltagem, ela era tão pouca que não acendia um led, mas persisti e conseguimos ligar uma calculadora no mínimo, aprendi que uma pilha de batata pode ter diferente voltagens a outras pilhas, gostei de montar e mostrar que o que parecia fracassado na verdade só precisava de outro ponto

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro B 6 - Relato de estudante

Desafios em conseguir os matérias, aprendi que a química é a base de tudo no meio no qual vivemos, adorei a experiência emocionante que minha simples pilha formada apenas por três limoes aja acendido uma pequena lamparazinha isso me deixou bastante feliz

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Quadro B 7 - Relato de estudante

O conhecimento é poder, o estudo e importante para o desenvolvimento pessoal , as universidades públicas desempenham o papel de um futuro garantido, estudo gratuito a todos , ajudar estudantes a se desenvolverem e assim mudar a sociedade com mais conhecimento.

Fonte: Dados da pesquisa (2025)

Anexo C: Respostas dos estudantes, formulário 2023 (final)

Tabela 1. Respostas dos estudantes, formulário 2023

	1. Como você acostumava descartar pilhas e baterias usadas antes da introdução da nossa extensão na sua escola, já conhecia algum ponto de coleta?	2. Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas?	3. Antes da extensão, você sabia da importância de descartar corretamente pilhas e baterias usadas?	4. Você sabia quais substâncias perigosas poderiam estar presentes nas pilhas e baterias antes da extensão, e quais problemas elas poderiam causar ao meio ambiente?	5. Antes da introdução da extensão, você já tinha participado de alguma campanha de coleta de pilhas e baterias na escola ou na comunidade?	6. Depois da introdução da educação ambiental sobre pilhas e baterias, como você passou a descartar esses materiais?	7. Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas agora?	8. Após a extensão, o que você aprendeu sobre a importância do descarte adequado de pilhas e baterias?	9. Você sabe agora quais substâncias perigosas podem estar presentes nas pilhas e baterias?	10. Depois da extensão, você participou de alguma campanha de coleta de pilhas e baterias na escola ou na comunidade?
1	Onde eu trabalhava separavam	Frequentemente	Sim	Sim	Não	no ponto de coleta	Com bastante frequencia	Aprendi a ter consciência sobre os riscos no descarte inadequado das pilas e baterias	Sim	Não
2	Descartava no lixo comum	Quase nunca	Sabia pouco	Não	Não	no ponto de coleta	Quase nunca	Aprendi a ter consciência sobre os riscos no descarte inadequado das pilas e baterias	Sim	Não
3	Descartava no lixo comum	Quase nunca	Sabia pouco	Sim	Não	Ainda não tive a oportunidade de descartar de forma correta	Quase nunca	Aprendi a ter consciência sobre os riscos no descarte inadequado das pilas e baterias	Sim	Não
4	Dentro de uma caixa de sapato e jogava no lixo	Quase nunca	Não	Não	Não	no ponto de coleta	Pouca frequência	Aprendi a ter consciência sobre os riscos no descarte inadequado das pilas e baterias	Sim	Não
5	Descartava no lixo comum	Quase nunca	Não	Não	Não	Eu não uso com frequência	Não uso pilhas	Aprendi a ter consciência sobre os riscos no descarte	Sim	Não

								inadequado das pilas e baterias		
6	Descartava no lixo comum	Quase nunca	Não	Não	Não	Eu não uso com frequência	Não uso pilhas	Aprendi a ter consciência sobre os riscos no descarte inadequado das pilas e baterias	Sim	Não
7	Descartava no lixo comum	De vez em quando	Não	Sim	Não	Na escola	Com bastante frequencia	Aprendi a ter consciência sobre os riscos no descarte inadequado das pilas e baterias	Sim	Não
8	Não costumo usa pilhas, mas as que uso fica guardada	Quase nunca	Sabia pouco	Sim	Não	Na escola	Quase nunca	Que depende sim de onde descartamos as pilhas	Sim	Não
9	Não uso pilhas por enquanto	Quase nunca	Sim	Sim	Não	Eu não uso com frequência	Com bastante frequencia	Não pode descartar em qualquer lugar, é tóxico	Sim	Não
10	Descartava no lixo comum	Quase nunca	Não	Não sabia que era tão perigoso	Não	Na escola	Pouca frequência	É importante para não poluir o meio ambiente	Sim	Não
11	Descartava no lixo comum	Umas vezes ao ano	Sabia pouco	Imaginava os problemas	Não	no ponto de coleta	Pouca frequência	Aprendi a deixar o mundo menos poluido	Sim	Não
12	Descartava no lixo comum	Umas vezes ao ano	Sabia pouco	Sim	Não	no ponto de coleta	Com bastante frequencia	Sobre os riscos para a saúde devido a contaminação e para o meio ambiente	Sim	Não
13	Eu guardava, sim conhecia	Quase nunca	Sim	Não	Não	Na escola	Com bastante frequencia	É essencial	Não	Não
14	Descartava no lixo comum	Quase nunca	Não	Sim	Sim	Na escola	Com bastante frequencia	-----	Sim	Não
1	Descartava no lixo	Umas vezes ao	Sim	Sim	Sim	Na escola	Pouca	Sim	Sim	Não

5	comum	ano					frequência			

Anexo D: Respostas dos estudantes, formulário 2024

Tabela 2. Respostas dos estudantes, formulário 2024

Questionario avaliativo inicial									
1. Você sabe qual é a função das pilhas e bateria? Elas são consideradas um lixo eletrônico? Você sabe o que é um lixo eletrônico?	2. Com que frequência você descarta pilhas e baterias usadas?	3. Você sabe se as baterias e pilhas contêm materiais perigosos para a saúde humana e o meio ambiente?	4. Você tem conhecimento sobre os possíveis efeitos do Chumbo (Pb) presente em algumas baterias e pilhas no desenvolvimento infantil?	5. Você sabe se a exposição a certos componentes das baterias e pilhas pode aumentar o risco de desenvolver câncer, cite se souber?	6. Você sabe quais os componentes das pilhas e baterias podem ser reciclados?	7. Qual é a forma mais segura e adequada de descartar baterias e pilhas usadas?	8. Já participou de alguma ação ambiental que envolve pilhas e baterias na sua comunidade?	9. Quais são as suas expectativas referente a ação de extensão Universidade e Sociedade — O que a universidade pública pode oferecer aos estudantes — Eletroquímica ao alcance de toda a sociedade?	10. Você considera importante tomar medidas para informar a comunidade sobre os riscos para a saúde associados ao manejo inadequado de baterias e pilhas?
Sim, não e não	Não uso pilhas e baterias	Sim, contem varios	Sim, podem ser prejudiciais	Sim, o Pb	Não	Não	Sim	Que será bom	Sim Pois as pessoas não sabem o que fazer
SIm, não e não	Mensalmente	Sim, mas não sei quais	Não	Sim, pode desenvolver cancer de pele por exemplo	Não	Não	Não	Que será bom	Considero importante
Não, não e não	Não uso pilhas e baterias	Sim, mas não sei quais	Mais ou menos	Não	Não	Não	Não	Que será bom	Considero importante
Sim, Sim, Aonde vão as pilhas	Dificilmente	Sim, o Pb é um desses	Não	Sim, mas não sei quais	Não	Jogar com o lixo eletronico, ou em lugares que tem esse descarte	Não	Melhorar o Conhecimento sobre as Pilhas e Baterias	Sim, para não nos prejudicar e não prejudicar o meio ambiente
Sim, Sim, elas são consideradas um tipo de lixo perigoso, e o lixo eletronico é para o descarte correto	Dificilmente	Sim, o Pb é um desses	Não	Sim, mas não sei quais	Não	Descartar em lixo proprio	Não	Ajudar as pessoas tomar conciencia	Sim, Pois é algo que descartado de maneira errada causa graves situacoes
Sim, Sim, Onde joga eletronicos	Dificilmente	Sim, contem varios	Pode causar doencas no sangue, cancer de pele, etc	Sim	Todos	Não	Sim, com a extensao anterior	Que nos ofereza conhecimento	Considero importante

Sim, Sim, qualquer eletronico que deva ser descartado	Anualmente	Chumbo, Mercurio, Cadmio, Acido Sulfurico	Não	Sim, o Pb	Aço, zinco e papelao	Jogar com o lixo eletronico	Não	Trazer varias oportunidades	Considero importante
SIm, não e não	Dificilmente	Sim, substancias acidas	Sim	Sim, o Pb	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Trazer varias oportunidades	Considero importante
Sim, sim, sao residuos que nao podem ser descartados em cualquer lugar	Dificilmente	Sim, o Pb é um desses	Não, mas sei que é um metal perigoso para o humano	Sim, o Pb	Não	Jogando no ponto de Coleta	Sim, com a extensao anterior	Trazer varias oportunidades	Considero importante
SIm, não e não	Dificilmente	Sim, substancias acidas	Sim	Sim, o Pb	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Trazer varias oportunidades	Considero importante
SIm, não e não	Cada 4 meses	Sim	Sim	Sim, o Pb	Não	Jogando no ponto de Coleta	Sim	Trazer varias oportunidades	Considero importante
Sim, sim, não	Dificilmente	Sim, o Pb é um desses	Não	Sim, o Pb	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Trazer varias oportunidades	Considero importante
Sim, sim, não	Dificilmente	Sim, contem varios	Não	Não	Não	No Vaso Sanitario	Não	Trazer varias oportunidades	Considero importante
SIm, não e não	Dificilmente	Sim	Não	Não	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
SIm, não e não	Sempre que posso	Sim	Não	Não	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
Sim, sim, são residuos de equipamentos eletronicos	Dificilmente	Sim, substancias toxicas	Não	Não	Ferro, niquel, cobre e zinco	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
SIm, não e não	Anualmente	Sim, o Pb é um desses	Não	Chumbo e Cadmio	Zinco, Manganes ferro e aço	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
SIm, não e não	Dificilmente	Sim	Não	Sim, o Pb	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
Sim, sim e sim	Dificilmente	Sim	Não	Sim	Não	Não pode ser descartado no lixo normal, mas não sei onde descartar	Não	Que será bom	Considero importante

Sim, não e não	Dificilmente	Sim	Não	Sim	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
Sim, sim e sim	Anualmente	Sim	Não	Sim, o Pb	O Pb	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Otimo, Conhecimento e sustentabilidadedo meio ambiente e ensino de eletroquimica.
Sim, sim, é os aparelhos que usam pilhas e baterias, ou algum tipo de energia	Dificilmente	Sim	O Pb, antigamente usado em tintas, diminuia o QI pouco a pouco.	Sim	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
Não, não, não, mas acho que é alguma coisa que afeta o meio ambiente	Dificilmente	Sim	Não	Não	Não	Jogando no ponto de Coleta	Sim, com a extensao anterior	Que será bom	Considero importante
Não, não, não	Dificilmente	Sim	Não	Não	Não	Jogando no ponto de Coleta	Sim, com a extensao anterior	Que será bom	Considero importante
Sim, sim, sim	Nunca	Sim	Acredito que desenvolva doenças	Sim	Não	Levar a algum lougar separadamente onde recocla este material	Não	Pode oferecer ensino sobre eletroquimica	Considero importante
Não, não e não	Sempre que posso	Sim, acho que o mercurio	Não	Sim	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
Sim, sim, são aqueles que funcionam com pilhas e baterias	Dificilmente	Sim, pois atraves desses materiais que elas funcionam	Não	Não	Não	Jogando no ponto de Coleta	Não	Que será bom	Considero importante
Sim, sim, sim, são considerados lixo eletronico um lixo especifico para eletronicos	Dificilmente	Sim	Não	Não	Não	Separados de outros lixos e mantidos em um lugar especifico para seu devido descarte	Não	Que será bom	Considero importante
Sim, Pra mim não, não	Cada 3 meses	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não	Que será bom	Sim

Sim, sim, residuos de eletroncos, pilhas e baterias	Sempre que posso	Sim	Não	Sim, cancer de pele,	Não	Junto com o lixo eletronico	Não	Trazer varias oportunidades	Considero importante